Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. W.W A C H S M U T H

KLINISCHE DATEN ÜBER DRUCK - UND VOLUMENVERHÄLTNISSE WÄHREND DER POSTOPERATIVEN SAUGDRAINAGE

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Bernhard H a r t m a n n
aus Frankfurt / Main

Würzburg 1967

Aus der Chirurgischen Klinik der Universität Würzburg
Direktor: Professor Dr. med. W.W A C H S M U T H

KLINISCHE DATEN ÜBER DRUCK - UND VOLUMENVERHÄLTNISSE WÄHREND DER POSTOPERATIVEN SAUGDRAINAGE

I N A U G U R A L - D I S S E R T A T I O N

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius - Maximilians - Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von
Bernhard H a r t m a n n
aus Frankfurt / Main

Würzburg 1967

Referent: Prof. Dr. med. H.J. VIERECK

Koreferent: Prof. Dr. med. W. WACHSMUTH

Tag der Promotion: 7. 12. 67

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität Würzburg

Meinen Eltern

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

INHALTSVERZEICHNIS.

		Seite
A.	Einleitung	
	Geschichtlicher Überblick	3
	Heilung von Lungenwunden	1o
B.	Postoperative Pleurakomplikationen	13
	1. Ergüsse	14
	2. Empyeme	14
	Infektion und Bakterienresorbtion der Pleurahöhle und ihre Auswirkung auf die Lunge	14
	3. Atelektasen	18
	4. Fisteln	
C.	Behandlung und Prophylaxe postoperativer Komplikationen	
	1. Frühkomplikationen	23
	2. Spätkomplikationen	24
	3. Entwicklung der Thoraxdrainage und Drainageformen	25
	4. Physikalische Grundlagen des Saugens im Luftstrom	33
	5. Drainageformen an der Würzburger Chirurgischen Klinik	36
D.	Meßergebnisse	
	1. Auszug aus der Kasuistik	39
	2. Tabellen und graphische Darstellungen mit jeweiligen Erläuterungen der Komplikationen und Gegenüberstellung letzterer mit jenen früherer Jahre	5o
	3. Tabellarische Zusammenfassung der ermittelten Sogstärke, von Luft- und Exsudatvolumen sowie Drainagedauer	59
	4. Tabelle und graphische Darstellung über angewandte Sogstärke im Verlauf der ersten postoperativen Stunden	63
E.	Diskussion der Meßergebnisse	65
F.	Zusammenfassung	67

A
EINLEITUNG

Die Thorakotomie ist heute in der Chirurgie ein häufiger Eingriff, sei es zwecks Resektion von erkranktem Lungengewebe (Tuberkulose, gut- und bösartige Tumoren, Cysten und chronisch veränderte Lungenteile) oder zwecks Decortikation von Pleuraschwarten, Entfernung von mediastilen Tumoren und Herzoperationen oder beispielsweise Operationen am Ductus thoracicus zur Behebung eines Chylothorax. Wenngleich der Thoraxraum erst verhältnismäßig spät chirurgischen Eingriffen zugänglich wurde, so nimmt die Thorakotomie heute in der chirurgischen Klinik doch ein breites Feld ein.

Strenge Indikationsstellung, bessere Entwicklung der Operationstechnik und vor allem der antibiotische Schutz haben viel dazu beigetragen, das Operationsrisiko zu senken. Sehr wesentlich, ja meist ausschlaggebend für das befriedigende Gelingen von Operationen in der Thoraxhöhle ist die sorgfältige Leitung der Nachbehandlung. Dieser kommt eine nicht unwesentliche Bedeutung in der Vermeidung postoperativer Komplikationen bronchopleuraler Art zu. Führen doch postoperativ auftretende Pleuraverschwartungen zu nicht vorauszusehender Behinderung der Atemmechanik und damit Einschränkung der Atemleistung infolge mehr oder weniger starker Pleuraverschwielung. Eine noch ernstere Komplikation stellt die Infektion der Pleurahöhle nach Thorakotomien mit der Gefahr der Bildung einer Empyem-Resthöhle dar.

Es bedrohen diese angeführten Komplikationen nicht primär das Leben des Kranken, sie beeinflussen aber wesentlich Heilverlauf und Heilergebnis. Die Behebung einer postoperativ aufgetretenen Resthöhle ist schwierig. Die Behandlung

nimmt dann nicht selten mehrere Monate, ja manchmal Jahre in Anspruch und macht meist eine Thorakoplastik notwendig.

Die Aufgabe der vorliegenden Arbeit ist es, mit der Behandlung durch postoperative Saugdrainage einen Weg aufzuzeigen, wie durch eine planmäßige, aktive Maßnahme die Heilungsaussichten durch Bekämpfung sonst unvermeidlicher Komplikationen außerordentlich gebessert werden können. Es wird über Messungen berichtet, die Auskunft geben über bei der Saugdrainage anzuwendende Sogstärken, über gefördertes Luft- und Exsudatvolumen. Es wird über eine an der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg in Gebrauch befindliche Thoraxdrainage berichtet, mit deren Hilfe es möglich ist, eine möglichst rasche und vollständige Ausdehnung der Lunge post operationem mit raschem Verkleben der Pleurablätter zu erzielen.

GESCHICHTLICHER ÜBERBLICK

Wenngleich erst die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts die letzte große Entwicklungsphase in der Chirurgie durch die Erfindung von Narkose, Antisepsis und Asepsis, sowie Nutzung anatomischer, physikalischer und pathologisch-anatomischer Erkenntnisse brachte Franz König (66) und erst Anfang unseres Jahrhunderts durch Sauerbruch (1o6) auch das bis dahin gemiedene Feld der Operationen an intrathorakalen Organen angegangen wurde, so reichen doch die frühesten Anfänge der Thoraxchirurgie bis in die vorhippokratische Zeit. Schon damals wurde das Pleuraempyem behandelt.

Euryphon von Knidos (34) rettete Kinesias das Leben, indem er ihm mit einem glühenden Eisen den eitrigen Brustfellraum öffnete. Eingehende Besprechung brachte Hippokrates (6o) mit den diagnostisch klassischen Darlegungen wie Plätschergeräusch, Fieber, Atemnot, Vergrößerung der betreffenden Brustseite und Unvermögen des Kranken, auf der anderen Brustseite zu liegen. Er behandelte leichtere Pleuraempyeme konservativ, indem er ein mit angefeuchteter Tonerde bestrichenes Leinwandstück auf die kranke Brustkorbseite legte, um später dort zu eröffnen, wo der Ton zuerst trocken wurde. Breite Hautschnitte führte er mit dem Messer durch, tiefere Teile durchstach er mit der Lanzette oder mit scharfem Glüheisen. Die verbleibende Resthöhle spülte er nach Entleerung des Eiters zweimal täglich mit warmem Öl und Wein, um später mit einem zinnernen Rohr, das mit zunehmender Austrocknung der Brusthöhle nach und nach gekürzt wurde, zu drainieren. Auch waren ihm postpneumonische Lungenabszesse, mit der Gefahr, in Pleurahöhle und Bronchien durchzubrechen, bekannt. Die Eröffnung der Eiterherde sah er als dringend an. Paulus von Aegina (96) begnügte sich damit, mit einer erhitzten Wurzel der Aristolochia äußerlich zu kauterisieren.

Das Mittelalter brachte auf Grund der damaligen Weltanschauung wenige Fortschritte. Lediglich vereinzelte Berichte zeugen von hervorragenden Chirurgen dieser Zeit, sowie der Renaissance. So trug beispielsweise Rolando von Salerno (99) im 13. Jahrhundert den bei einer Brustwandverletzung vorgefallenen Lungenteil ab. Fabrizius Hildamus (59) führte im 17. Jahrhundert die Resektion von Lungengewebe mit dem Glüheisen aus. Ambrois Parè (93) beschrieb als erster das Hautemphysem.Selbst die Behandlung des Empyems - eine der Großtaten der Alexandrinischen Schule - war in Mißkredit gefallen. Brustwunden wurden bei Kerzenschein in dunklem Raum verbunden, da Tageslicht schädlich sei!

In der Mitte des 18. Jahrhunderts begann man Blutungen aus dem Brustraum, meist durch Tamponade, zu behandeln. Noch kurz vor Mitte des 19. Jahrhunderts lehnten Chirurgen wie Roux (1o1), A. Cooper (22), Faure (35), Dupuytren (3o) die chirurgische Behandlung des Empyems als zu gefährlich ab. Wenig wird in den zahlreichen Beschreibungen über Verletzungen von Brustkorb und Lunge in der Literatur des Altertums und Mittelalters vom Pneumothorax berichtet. Dieser wird erst Anfang des 18. Jahrhunderts erkannt, zunächst als "Inneres Emphysem" bezeichnet und später von Hewson (58) mit dem heutigen Namen bedacht.

Bis zu Beginn dieses Jahrhunderts bangte man vor der gefährlichen Wirkung des offenen Pneumothorax. Schon die frühe Geschichte zeigt die Kenntnis von dessen gefährlicher Wirkung: Epaminondas (85) ließ sich in der Schlacht bei Mantinea 362 v.Chr. die Speerspitze, mit der er verletzt worden war, aus seinem Brustkorb erst dann entfernen, als er von dem Sieg der Thebaner erfahren hatte. Noch im ersten Weltkrieg galt der Grundsatz der abwartenden Behandlung. Die Erkenntnis, daß es genüge, den offenen Pneumothorax in einen geschlossenen zu verwandeln, um die augenblickliche Lebensgefahr abzuwenden, brach sich nur langsam Bahn.

Die schlechten Erfahrungen mit der offenen Thorakotomie veranlaßten 1875 den Hamburger Internisten Bülau (18) zur Ableitung des Empyems mittels Unterwasserdrainage. Dieses einfache Verfahren Bülaus erlaubt unter Beibehaltung der Geschlossenheit der Brusthöhle und damit unter Aufrechterhaltung des physikalischen Unterdrucks in der geöffneten Pleurahöhle den Abfluß von Wundsekreten und Blut, zudem schnelle und vollständige Wiederausdehnung des verbliebenen Lungengewebes. Außerdem war damit ein ausschlaggebender Faktor zur Bekämpfung der Pleurainfektion geschaffen.

Nachdem eine 1884 vorgenommene Lungenresektion lange ohne Nachahmung (85) blieb, veröffentlichten erst um die Jahrhundertwende Murphy (83), Tuffier (122), Heidenhain (55), Körte, Garré und Quincke (85) und Lenharts ähnliche Beobachtungen (76).

Vor allem die Einführung der Narkose und Antisepsis leitete die experimentelle Thoraxchirurgie ein. Es gelangen Lungenresektionen an Tieren (Gluck, Schmidt, Biondi, 1o5). Auf den physiologischen und allgemein pathologischen Erkenntnissen von Franz König und Sauerbruch bauten Garré, Quincke, Lenharts, Tuffier, Murphy, Krönlein und Körte erfolgreich weiter.(115).

Eine entscheidende Fortentwicklung in der Thoraxchirurgie brachte 19o4 Sauerbruch mit seiner experimentellen Arbeit "Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlagen meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung."(1o7) und im gleichen Jahr Brauer (12) durch seine Arbeit über "Die Ausschaltung der Pneumothoraxfolgen mit Hilfe des Überdruckverfahrens." Man konnte damit die Hauptursache des Mißerfolges, den mit der Operation verbundenen Pneumothorax und die funktionelle Ausschaltung der unter dem atmosphärischen Druck kollabierenden Lunge (zit.nach Sauerbruch,

Zentralblatt für Chirurgie 31,146, 1904) erfolgreich verhindern.

Überdruckatmung in primitiver Form war bei den Physiologen schon lange Zeit bekannt gewesen. Bereits 1892 hatte Meltzer (7) die theoretischen Voraussetzungen klar definiert, nachdem schon von dem 1514 geborenen Vesalius (123) die praeoperative Aufblähung der Lunge tierexperimentell durch endotrachealen Tubus (Tracheotomieöffnung) vorgenommen worden war. Meltzer und Auer (7) führten 1909 den orotrachealen Tubus ein.

Trotz all dieser Erkenntnisse starben Operierte an Spannungspneumothorax und schwerer Pleurainfektion (plötzlicher und schockartiger Tod). Man hatte noch keine zuverlässige Methode des Bronchusverschlusses; zudem mußte bei einer Bülaudrainage, die bei der Empyembehandlung angewandt wurde, und jedem intrathorakalen Eingriff bei freier Pleura der Brustraum luftdicht verschlossen werden.Da bei der Hilusversorgung die mediastinale Pleura eröffnet wurde, drang die unter Spannung stehende intrapleurale Luft in das Mediastinum und erzeugte ein Mediastinalemphysem. Man zog aus dieser Tatsache den Schluß, daß der Bronchialstumpf sich postoperativ in das Mediastinum retrahiere und durch Insuffizienz seine Nähte zu dem gefährlichen Emphysem führe. Daraus folgerte man, man müsse vor der Durchführung einer Lungenresektion die Pleurablätter zur Verwachsung bringen (Tuffier 122, Heidenhain 55, Morriston 82 , Dawies 24 , Sauerbruch 107). Das Aufgehen des Bronchialverschlusses mit Austreten von Luft und infektiösem Material aus dem Bronchialsystem waren sodann harmlos, wenn es in das von dem restlichen Brustfellraum abgetrennte und nach außen drainierte Operationsfeld erfolgte.Vielerlei Verfahren wurden benutzt, um diese "schützende Pleuraverwachsungen" zu erzwingen : Extrapleurale Tampomade oder Plombierung (Sauer-

bruch), intrapleurale Tamponade, mechanische Schädigung des pleuralen Endothels durch Aufstäuben von Talkumpuder (J. Alexander 3) oder durch Reiben mit trockener Gaze (E.D. Churchill 2o). Obwohl sich oft nur ein Eingriff als unzureichend erwies, verzeichnete man einige erfolgreiche Resektionen bei obliterierter Pleura.

Aber erst im Jahre 1929 fand die erste Phase der systematischen Technik von Lungenresektionen durch Brunns (15) Arbeit einen Abschluß. Diese Arbeit stellt insofern den Wendepunkt in der technischen Durchführung dar, als sie die entscheidende Bedeutung der postoperativen geschlossenen Drainage des Pleuraraums einführt. Brunn berichtet von Lobektomien bei freiem Pleuraspalt. Die Saugdrainage, die für Entfernung von Luft und Exsudat sowie rasche Ausdehnung der Lunge sorgte, verhalf zu erstaunlichen Erfolgen. Schon 193o konnte Nissen (86) von 32 Lobektomien bei Bronchiektasen und Abszessen mit nur 1o % Mortalität berichten. 1932 unternahm Churchill (2o) erstmals bei einem Bronchialkarcinom die individuelle Unterbindung der Hilusgebilde (nach Shentone mit dem Tourniquet); man hatte bisher mangels besserer Methode mit der Massenumschnürung gearbeitet.

Noch bestand das Problem der Pneumonektomie (1931 Nissen), die Frage um den plötzlichen Verlust von Atemgewebe, das Schicksal des Leerraumes, den plötzlichen Verschluß eines Hauptastes der Pulmonalarterie mit der Gefahr einer embolischen Krise. Die bezüglich des letzten Punktes günstigen Ergebnisse im Tierexperiment durch Gluck und Biondi (43) im Jahre 1881 konnten nicht ohne weiteres auf den Menschen übertragen werden.

Die Probleme der Pneumonektomie erwiesen sich aber in der Praxis als unbedeutend. Eine embolische Krise blieb aus (durch Verschluß des Pulmonalastes) und der Hohlraum

schrumpfte durch Verziehung von Mediastinum und Herz, Hochstand des Diaphragma und Schrumpfung der Zwischenrippenräume und damit des knöchernen Thorax.

Die erste erfolgreiche Pneumonektomie führte 1931 Nissen (85) wegen Bronchiektasen und traumatischer Stenose des Hauptbronchus, 1933 Cameron Haight (52) und im gleichen Jahre Graham (46) in St. Louis aus. Zur gleichen Zeit nähte W. Rienhoff (98) erstmals den Stumpf des Hauptbronchus durch Einzelnähte und deckte mit aufgenähter Pleura mediastinalis. 1934 wies Sauerbruch (1o6) bereits 58 meist wegen Bronchiektasen ausgeführte Lappenresektionen mit nur 7 Todesfällen nach. Auch Withemore 1927 (13o), Corylios 193o (23), Hedblom 1931 (54) und Alexander 1933 (3) hatten gute Ergebnisse zu verzeichnen.

Als bedeutsame Variante der Excision von Lungengewebe trat die Segmentresektion. Nicht nur der Lungenlappen, sondern auch das Segment stellt eine anatomische Lungeneinheit dar. In das klinische Bewußtsein kam diese Tatsache durch die Untersuchungen der Otolaryngologen Kramer und Glass (7o), welche eine topographische Beschreibung der Lungensegmente und ihrer pathologisch-anatomischen Bedeutung enthält. E.D. Churchill und R. Belsey (19) führten 1939 bewußt die erste Segmentresektion aus. Overholt 1947 (91) gilt als Gestalter der heute allgemein angewandten Technik. Die Bedenken gegen Resektionen bei Tuberculose beseitigte Churchill (2o) 1943, indem er zeigte, daß trotz der bazillären Infektion des durchtrennten Bronchus sich relativ selten eine Tuberculose von Pleura und Brustwandincision zeigte. Zudem gab die Entdeckung Waksmans (128), das Streptomycin, der Paraaminosalycilsäure und anderer Chemotherapeutika weitere große Sicherheit.

Weitere wertvolle Beiträge über erfolgreiche Lungenresektionen bei Lungentuberculose liefern Sweet 1947 (119),

Bally 1947 (8), Sarot 1949 (1o4) und Brunner 1947 -53 (17). Während Eerland (31) 1953 seine Erfahrungen an Lungenresektionen mit einer Gesamtmortalität von 1,2 % mitteilte, hatte Nuboer (89) noch eine Mortalität von 3,5 %. Wertvolle Erfahrungen auf dem Gebiet der Lungenresektion sammelten in Deutschland Adelberger (2), Brunner (17), Derra (27), K. Frey (38), Viereck (124), Vossschulte (127), Lezius (77) und Zenker (131,134)

Heute muß man mit einer Gesamtmortalität von ungefähr 1 % - 3 % rechnen; strengere Indikation, bessere Operationstechnik und entsprechende Nachbehandlung brachten diesen Erfolg.

HEILUNG VON LUNGENWUNDEN

Das Lungengewebe zeigt, falls eine Infektion ausbleibt, große Neigung zu primärer Heilung (Joanides 64). Im Folgenden sei kurz auf die feineren Vorgänge bei der Heilung von Lungenwunden eingegangen. - Zunächst kommt es sehr schnell zu einer festen Verklebung der pleuranahen Parenchymteile mit einer blutigen Kittsubstanz, mit der sich jede Wundfläche überzieht und diese flüssigkeits- und luftdicht verschließt (Joanides). Dann kommt es zu einer Durchsetzung bzw. Ausfüllung, besonders der Alveolen, mit desquamierten Epithelien (Alveolarepithelien) und einer netzförmigen Durchsetzung des interstitiellen Gewebes, besonders um Arterien und Bronchien (wenige nur im Alveolarinneren), mit emigrierten Zellen (Rundzellinfiltrat). Dieses Kleinzellinfiltrat wandert teilweise in solchem Umfange in die Gefäßzentren, daß kleinere Arterien in ihrem Lumen verschlossen werden können. Interessant ist eine Mitbeteiligung von mit der Wunde nicht im direkten Zusammenhang stehenden Lungenteilen. Über eröffnete Luftwege kommt es durch die unausbleibliche Aspiration zu einer unregelmäßigen Verbreitung extravasierter Massen, selbst in Lappen auch der anderen Lungenseite. Hiermit kommt es zur Steigerung und Verbreitung von Entzündungsprozessen.

Die Blutkörperchen gelangen aus den Alveolen direkt in das Lungengewebe (Nothnagel 88). Hadlich fand bereits 3 bis 5 Minuten nach erfolgter Aspiration das Bild einer interstitiellen Hämorrhagie (bei Kaninchen) - "eine traumatische Entzündung" (51).

Nach 3 bis 4 Tagen kommt es zum Auftreten von Spindelzellen im Wundbereich, die für die Bildung der späteren Narben verantwortlich sind. Ob diese nun von den Alveolarepithelien stammen, ob es Abkömmlinge von Wanderzellen oder ob es

fixe zellige Elemente des Bindegewebes sind, ist nicht ganz sicher; wahrscheinlich stammen die Fibroblasten vom Bindegewebe der eröffneten Alveolarinterstitien. Das angrenzende Lungengewebe beteiligt sich nicht am Aufbau des Narbengewebes. - Als Resultat einer komplizierten Narbenbildung findet sich ein der Lunge sehr ähnliches Gewebe. Selbst ein Epithelüberzug, vom Bronchialepithel ausgehend, ist vorhanden und kleidet Alveolen und Bronchien ersetzende Narbenhohlräume aus. Dieses so gestaltete Narbengewebe hat an den Luftraum der Lunge Anschluß und nimmt Teil an deren Funktion ; hingegen werden von der Luftzufuhr völlig abgeschnittene Alveolen atelektatisch.Je mehr die Wundränder aus atelektatischem Gewebe bestehen, desto geringer ist das die Wundfläche bedeckende Exsudat; die Wucherung des Bindegewebes ist dann eine sehr geringe und vor allem spät einsetzende, es kommt zur direkten Aneinanderlagerung der atelektatischen Lungenabschnitte. Kann sich hingegen das Exsudat außer zwischen den Wundflächen auch in angrenzende Lungenteile ausbreiten, so werden auch diese Abschnitte der Lunge zum Aufbau der Narbe verwandt. Es gibt dann breite, voluminöse Lungennarben. In diesen Fällen geht das von Bindegewebe durchwucherte Lungengewebe zugrunde. Das benachbarte, pneumonisch infiltrierte oder blutig infarzierte Lungengewebe wird wahrscheinlich nicht mehr voll funktionsfähig, während sich die Atmungsfähigkeit bei geringen Exsudatmengen wiederherstellen kann. Lungengewebe selbst zeigt keine Regenerationsfähigkeit. L. Talke (12o) konnte bei seinen tierexperimentellen Untersuchungen eine Neubildung von elastischem Gewebe nicht konstatieren. Regeneration zeigt hingegen, wie bereits gesagt, das respiratorische Epithel - sowohl das Alveolar- als auch das Bronchialepithel.Ebenfalls kommt es zu Gefäßneubildung, die Hadlich (51) bei Tierversuchen bereits am 4. Tag nach erfolgter Verletzung sehen konnte.

Tiegel (121) konnte durch Tierversuch ergänzend zeigen, daß bei der überaus großen Tendenz der Spontanheilung von Lungenwunden die Narben eine gute Festigkeit bewiesen und Druckwerte von 30,40 bis 60 mm Hg aushalten. Unterschiede in dieser Beziehung konnte er zwischen drainierten und nicht drainierten Fällen nicht feststellen, eher zeigte sich bei den letzteren vielleicht eine etwas größere Haltbarkeit der Narbe. Selbst starke Blutungen kommen, ob Drainage oder nicht, in kurzer Zeit zum Stillstand (Tiegel 121). Tiegel brachte den Beweis dieser raschen Blutstillung durch Obduktion von zuvor verletzten Hunden. Genauso wie sich die nicht versorgte Wunde nach 48 Stunden, meist noch früher fest geschlossen hatte, fand Tiegel bei der Obduktion keinerlei Blut mehr in der Pleurahöhle.

Die oben erwähnte "traumatische Pneumonie" hat keinerlei Neigung zur Progression. Es ist jedoch Tatsache, daß zu einer Zeit, in der die Wunde längst geheilt ist, entfernt davon ein chronisch entzündlicher Prozeß in voller Ausdehnung weiterbesteht und zwar durch Vorhandensein von Blutmassen. Während Perl und Lipmann (96) Niemeyers (84) Behauptung, daß Hämoptoe zu Lungenphtise führen könne, verneinen, bejaht es Sommerbrodt (116). Friedländer (39) wies jedoch nach, daß Veränderungen, die Sommerbrodt in den blutig infiltrierten Teilen fand, nicht genügen, um darauf die Diagnose einer katarrhalischen Pneumonie zu gründen. Die Anfüllung der Alveolen mit gequollenen desquamierten Epithelien findet sich (Friedländer) bei allen möglichen Zuständen, in denen die Alveolen mit Flüssigkeit gefüllt sind, welche zu Epithelienquellungen führt, Zustände, die nichts mit einer Entzündung zu tun haben. Auch Hohnhausen (61) und Michel konnten keine entzündungserregende Eigenschaft des aspirierten Blutes nachweisen. Dies wird aber von Bedeutung, wenn die Lunge durch anderweitigen Reiz, z.B. durch Trauma angegriffen wird, da es die Entzündung an den betreffenden Partien zu einer besonders intensiven werden läßt und lange unterhält.

B
POSTOPERATIVE KOMPLIKATIONEN

Die häufigsten und schwersten Komplikationen nach Lungenresektionen sind die bronchopleuralen und dabei besonders die Pleurainfektionen. Wenn auch strengere Indikation, verbesserte Operationstechnik, antibiotischer Schutz und besonders eine sorgfältige Nachbehandlung viel zur Komplikationsverhütung beigetragen haben, so drohen trotzdem auch heute noch Gefahren.

Die wichtigste und bedenklichste Komplikation nach Resektion von Lungengewebe ist das Pleuraempyem durch Pleurainfektion und die nachfolgende Schwartenbildung mit Behinderung der Atemmechanik und damit -funktion. Neben diesen sind aber etliche nicht so schwerwiegende zu beachten. Bruni und Carato (14) unterteilten zwecks besserer Übersicht in postoperative Früh- und Spätkomplikationen. Zu ersteren zählten sie die in den ersten 48 Stunden post operationem auftretenden Atem- und Kreislaufinsuffizienzen sowie Blutungen in den Operationsbereich, wobei letztere wiederum durch Verhinderung der Ausdehnung des verbliebenen Lungengewebes zur Ateminsuffizienz führen können.Durch eine sorgfältige Überwachung des Patienten sowie ein gutes Funktionieren der Drainage - wir kommen später darauf zurück - können obige Komplikationen mit ihren eventuell lebensbedrohlichen Folgen (Blutungen, Haut- und Mediastinalemphysem, Mediastinalverziehung....(Bruni, Carato 14, Amschler 4, Zenker 134, Derra 26,27) weitgehendst vermieden werden.

An postoperativen Spätkomplikationen seien hier Pleuraergüsse, Resthöhlen bzw. Empyeme, Atelektasen und Bronchusfisteln, die sich erst nach Stunden oder Tagen bilden und sich teilweise oft erst nach Wochen manifestieren können, genannt.

1. ERGÜSSE

Ergüsse sind Flüssigkeitsansammlungen serösen, hämorrhagischen, serofibrinösen und auch eitrigen Charakters, deren Folgen bei Ansammlung größerer Mengen eine Behinderung der Atmung sind und im Extremfall durch Mediastinalverschiebung und damit verbundener Kompression des Herzens zur Kreislaufinsuffizienz führen können.

2.EMPYEME

Den Empyemen bzw.Resthöhlen wollen wir uns etwas eingehender widmen. Im Gegensatz zu den Ergüssen, die im Verlauf oder nach Abklingen entzündlicher Veränderungen sowie nach traumatischer Einwirkung entstehen, finden wir die tuberculösen und unspezifischen Empyeme. Zenker (132) unterscheidet ein posttraumatisches, postpneumonisches,chronisches Empyem oder Empyemresthöhlen und einen Pyopneumothorax durch Bronchusfistel und das tuberculöse Empyem. Die Infektion des Pleuraraumes nach Lungenresektion stellt eine nicht primär lebensbedrohliche Komplikation dar, sie beeinflußt aber in starkem Maße den Verlauf der Heilung.

Nicht allein Keime, sondern auch der Allgemeinzustand des Patienten sind von ausschlaggebender Bedeutung. Selbst geringe Infektionen zeigen große Exsudatmengen (Kronberger (73), Stiller (117), Gierhake (117), L 'Allemand (117) und Schleicher (11o).

An dieser Stelle sei einiges Grundlegendes über die INFEKTION UND BAKTERIENRESORPTION DER PLEURAHÖHLE UND IHRER AUSWIRKUNG AUF DEN ZUSTAND DER LUNGE gesagt:

Die normale Pleurahöhle besitzt unter physiologischen Umständen genau wie die Peritonealhöhle eine der Haut- und

Muskelwunden erheblich überlegene Resistenz gegen Infektionserreger. Noetzel (87) konnte nachweisen, daß in der Pleurahöhle Bakterienmengen schadlos vertragen wurden, die größer waren, als die intravenös gegebene tödliche Dosis. Die Pleura reagiert auf jeden Infekt mit einem leukozytenhaltigen serösen Exsudat, welches die Bakterien rasch zerstört. Diese Eigenschaft der serösen Häute, mit ihrer großen Oberfläche schnell mit einem entzündlichen Exsudat auf jede Schädigung zu reagieren, macht ihre sogenannte " natürliche Resistenz" (Noetzel) aus. Die Bakterien werden hier nicht durch Resorption, wie es Grober (49)glaubte, sondern durch Exsudation vernichtet. Gleiches finden wir beim Peritoneum. Sicherlich ist auch ein geringe Resorption der Bakterien möglich, wäre sie aber eine größere, so würde sie nicht nur keine Schutzvorrichtung,sondern wie i.V.-Impfungen von Nötzel bewiesen, unmittelbare Lebensgefahr bedeuten. Die Widerstandskraft der Pleura ist groß (Grobe 49, Stintzing 118, Grawitz 48, Kracht 69), solange die Ursache einer Resistenzmiderung, im Folgenden beschrieben, weitgehendst vermieden wird.

Entscheidend für die große Resistenz der Pleura ist, daß das Gewebe, in unserem Falle eine mit unverletztem Epithel ausgekleidete Höhle mit großer Oberfläche, unter physiologischen Bedingungen steht. Gegen eine Störung dieser letzteren ist die Pleurahöhle äußerst empfindlich. Dies wird erklärt durch den "negativen Druck" in der Pleurahöhle. Durch Änderung dieser wichtigsten physiologischen Komponente, d.h. durch Eindringen von Luft in den Pleuraspalt und Kollaps der Lunge, wird die Resistenz aufgehoben bzw. stark herabgesetzt. Zweifellos spielt außer dieser durch den Pneumothorax bedingten Änderung und damit Störung der Zirkulations- und Resorptionsbedingungen auch der durch den Lungenkollaps gesetzte "tote Raum", in dem sich infizierbares Material durch Exsudation in dem leeren Raum sam-

melt, eine entscheidende Rolle.

Noetzel (87) konnte tierexperimentell nachweisen, daß bei gleicher Infektion z.B. mit Staphylococcus aureus und Streptokokken nur die Tiere mit gleichzeitigem Pneumothorax erkrankten. "Es kommt also darauf an, den vollkommenen Lungenkollaps zu verhindern, wenn er einmal eingetreten ist, ihn so rasch wie möglich zu beseitigen und postoperativ für schnelle Wiederausdehnung der Lunge und Anlegen der Pleura an die Thoraxwand zu erzielen." (Noetzel)

Ätiologisch ist zum Auftreten von pleuraler Infektion nach Lungenresektion folgendes zu sagen: Infekte vom Bronchus her, (Stiller, Gierhake und L'Allemand - 117 fanden niemals ein Übereinstimmen der Erreger von Bronchialabstrichen und derer später auftretender Empyeme), sowie bakterielle Verunreinigung während der Operation durch Luftinfektion spielen für die Entstehung einer Infektion des Pleuraraumes eine untergeordnete Rolle. Entscheidend für die Pleurainfektion war hingegen, wie oben genannte Autoren an bakteriellen Untersuchungen bei 24 Patienten mit Teilresektion zeigen konnten, eine Ascension pathogener Keime an den postoperativ eingelegten Drainageschläuchen. Während am ersten postoperativen Tag in keinem Falle Keime am proximalen Schlauchende nachgewiesen werden konnten, wurde die Infektion besonders vom 3. Tage an deutlich häufiger. Es ist daher zu fordern, daß die Drainage möglichst frühzeitig wieder entfernt wird und beispielsweise erneute Exsudatansammlungen lieber abpunktiert werden sollen (Stiller, Gierhake, L'Allemand)

Nach Besprechung dieses Grundlegenden über Infektion der Pleura mit der Möglichkeit der Entstehung von Empyemen, bzw. bei fehlerhafter Behandlung derselben - Empyemresthöhlen, "worunter man tuberkulöse oder unspezifische Eitersäcke versteht, deren Pleurawände durch mächtige schwartige

Verdickung verhärten oder starr geworden sind" (Hellner, Nissen, Vossschulte 57), seien als Quelle der Infektion Verunreinigung der Brusthöhle von außen, Aufgehen eines Abszesses oder einer Kaverne intra operationem, postoperativ durch Pleurapunktion, Undichtwerden eines Bronchialstumpfes oder durch eine zu lange liegende oder verstopfte Drainage genannt.

Die Erreger sind mannigfacher Art. Kronberger (73) nimmt an, daß der auf der Haut und Schleimhaut fakultativ pathogene Staphylococcus pyogenes aureus die Empyembildung fördert. Weiterhin sind Pseudomonas aeruginosa, Escherichia coli, Streptococcus pneumoniae und hämolysierende Streptokokken zu nennen. Gierhake und L'Allemand (41) stellten durch kulturelle Untersuchungen von prae- und postoperativen Bronchialabstrichen fest, daß ein sehr großer Prozentsatz der Infektionen durch resistente Hospitalkeime, sie sprachen von einem Staphylokokkenhospitalismus, hervorgerufen würde.

Wie bereits erwähnt, ist für die Wirkung aller pathogener Keime jedoch immer der Allgemeinzustand des Patienten ausschlaggebend. Der Organismus muß nach einer Operation, Selye (114) bezeichnet den Zustand als Stress, eine maximale Anpassung an das ihm zugefügte Trauma finden (Adaptationssyndrom). Durch Reizung des Vegetativums kommt es über das Zwischenhirn-Hypophysensystem zur Ausschüttung von NNR-Hormon mit entsprechender Auswirkung auf Herz und Kreislauf. Bei einer Infektion in diesem Zustand kann der Organismus nicht mit seinen normalen Abwehrkräften entgegnen, (Bauer 9) und es kommt über die Pleurainfektion zum gefürchteten Empyem, dessen Hauptsymptome nach Hart (53)

1. "Wiederanstieg der zuvor normalen Temperatur und
2. Beschaffenheit und bakterieller Befund des Höhlenpunktates "

sind.

3. ATELEKTASEN

Bei der atelektatischen Veränderung der Lunge ist diese (im Gegensatz zum Kollaps) luftleer, aber durchblutet. Man findet diesen Zustand im strengen Sinne nur bei der foetalen, noch nicht entfalteten Lunge. (Es kann beispielsweise bei Leichenlunge auch durch stärksten äußeren Druck keine luftleere Lunge erzielt werden, d.h. der intrapleurale Druck gehorcht bei weitem nicht immer den Gasdruckgesetzen.) Bei der Atelektase handelt es sich um eine noch nach längerer Zeit reversible morphologische Veränderung der Lunge; französische Autoren sprechen von "retraktiler Lungenkondensation", Sturm von "Lungenkrampf". Ätiologisch werden mancherlei Ursachen angegeben. Entsprechend unterscheidet Alexander (3) folgende Typen von Atelektasen:

1. Resorptionsatelektasen (durch Bronchialverschluß)
2. Kompressionsatelektasen und
3. Kontraktionsatelektasen

Hutschenreuter und Zorn sehen ebenfalls in erster Linie den Bronchialverschluß durch einen Sekretpfropf als Ursache an. Weiterhin führen sie Parenchymkompression durch Erguß, Spannungspneumothorax, Zwerchfellhochstand oder Verlagerung der Mediastinalorgane an. Es spielen also insgesamt Vorgänge eine Rolle, die zur Resorption der Alveolarluft führen, bei den zwei wesentlichen Voraussetzungen: Ausreichende Blutzirkulation bei Verminderung oder Sistieren der Luftzufuhr in umschriebenem Lungenbezirk bzw. Verschluß von Bronchialabschnitten (Biancala 1o). Warenbourgh und anderen gelang es ningegen bei durch Pneumopleuritis auftretenden Atelektasen, bei der das zusätzliche Luftkissen des Pneumothorax als mechanisches, die Bronchialäste unter Umständen abknickendes Moment besonders in Betracht kommen mußte, die freie Durchgängigkeit des Bronchialsystems nachzuweisen.

Des weiteren werden heute nervöse Einflüsse diskutiert. Flach und Heuck (37) weisen tierexperimentell nach, daß eine reflektorische Beeinflussung korrespondierender Lungenbezirke bei Irritationen der Thoraxwand nicht möglich ist.Die bei Lungenoperationen beobachteten, tief eingezogenen, streifenförmigen Atelektasen in Richtung und Höhe des Hautschnittes sind nicht durch cutaneo-pulmonale, segmentale Reflexe zu erklären, da die Headschen Zonen der Haut, die der Lunge zugeordnet sind, im Bereich des Unterkiefers, des Halses und der kranialen Thoraxabschnitte liegen. Solche, bei Lungenoperationen auftretende Atelektasen werden, da sie unmittelbar unter dem Ort der mechanisch gereizten Haut und des Zwischenrippenraumes liegen, als direkte Reaktion des kapillären Gefäßsystems auf einen lokalen Reiz gedeutet (Flach 37)

Grundlegende Arbeiten bezüglich der Bedeutung des vegetativen Nervensystems brachten die Experimente von Bronkhorst und Dijkstra (1o a) um 194o.- Die Entzündung der Pleura löst einen pleuro-pulmonalen Reflex aus, der zu einem starken Lungenkollaps des erkrankten Gebietes führt. Hierfür bedeutsam ist vor allem das aus glatten Muskeln bestehende System des interstitiellen Lungengewebes.Diesem kommt große Bedeutung zu in der Beeinflussung der Oberflächenspannung und Respiration. Sie übertrifft die Funktion der elastischen Fasern bei weitem,welche nur bei maximaler Inspiration wirken. V.Neergard hat experimentell nachgewiesen, daß der Anteil der elastischen Lungenfaserfunktion an der gesamten Lungenretraktionskraft nur mit 2o - 3o % beteiligt ist. Dieses unter der Pleura pulmonalis und entlang den Blut- und Lymphgefäßen durch das interstitielle Bindegewebe ziehende Netzwerk ist also bedeutend für den Füllungszustand der Alveolen. Normalerweise befindet sich das innervierte Lungengebiet in einem bestimmten Gleichgewichtszustand von Sympaticus und Parasympaticus.

Dieses kann aber durch vielerlei äußere Einflüsse gestört werden. So hat Brecht (1o a) bei Durchströmungsversuchen an Froschlungen feststellen können, daß Druckänderungen im Gefäßsystem bei künstlich durchströmter Lunge Spannungsänderungen der glatten Muskulatur hervorruft, wobei es sich um einen Axonreflex handeln dürfte. Bei diesen Versuchen fiel auf, daß einfachste mechanische Reize, wie z.B. Luftzutritt, ebenfalls zu Kontraktion der Lungenmuskulatur führen. Auch Reinhardt (1o a) konnte an Kaninchenlungen bei Reizung der Pleura lokale Atelektasen mit sichtbarer Gefäßverengung beobachten. Dieser Reflex läßt sich durch Zugabe von Novocain abschwächen bzw. aufheben, was ein Beweis dafür ist, daß der Ursprung dieses Reflexes in sensiblen Elementen zu suchen ist. Flach und Heuck (37) deuteten diese Abschwächung oder das Fehlen der Veränderung nach Lokalanästhesie weniger als Unterbrechung eines Reflexbogens als vielmehr als Wirkung des Adrenalins auf das Gefäß - system der Lungenoberfläche.

All dies brachte Kenntnis über die aktive Kontraktionsfähigkeit besonders erkrankter Lungenteile bei Vorherrschen exsudativer, d.h. sympatischer Phasen, mit welcher wir folgende Erscheinungen und Stoffwechselstörungen gekoppelt finden : Temperaturanstieg, Leukozytose, Abfall der Alkalireserve, Anstieg des Gesamtstoffwechsels, vermehrter Eiweißzerfall, Anstieg des Blutzuckers, Abfall des Blutcholesterins u.a..

Man ist insgesamt heute geneigt, als Entstehungsursache der Atelektase neurovegetative Momente anzusehen. Schwankungen im vegetativen System rufen verschiedene Reizantwort, die eine Verkleinerung des Lungenvolumens, d.h. Atelektase, sein kann, der Lunge hervor. Konstitution und Allergie spielen ebenfalls eine Rolle.

Das weitere Schicksal der atelektatischen Lunge wird dann dadurch bestimmt, ob ein Entzündungsherd hinzutritt oder nicht, eine Wiederentfaltung wird dann fraglich. Die auf die Lunge übergegangene Entzündung ruft Verklebungen und Verwachsungen hervor, die zur atelektatischen Versteifung, zur Karnifikation des befallenen Lungenteiles führen kann.

Nach dem in diesem und im Kapitel über die Heilung von Lungenwunden Beschriebenen ist folgende Schlußfolgerung zu ziehen: Über die Wundränder hinausgehende Atelektasen, ganz gleich welcher Genese sie sind, bringen eine Einschränkung der Atemfunktion. Das im Bereich der Wundränder atelektatisch gewordene Lungengewebe ist hingegen nicht als nachteilig zu betrachten und sollte nicht durch übermäßiges endotracheales Blähen oder forcierten Sog beseitigt werden. Würden die Wundränder nicht aus sich aneinanderlagernden atelektatischen Lungenabschnitten, sondern aus intakten luftgefüllten Alveolen bestehen, so würde sich in letzteren ein massives Exsudat ansammeln und es würden voluminöse Narben entstehen. Auch hierdurch käme es zu einer irreversiblen Einschränkung der Atemfunktion. Weiterhin begünstigen die atelektatischen Parenchymflächen ein Abdichten der Wundgebiete und verhindern dadurch vor allem Luftaustritt. Bei einer postoperativen Saugdrainage ist aus genannten Gründen in den ersten postoperativen Stunden nur mit geringen Unterdrucken zu arbeiten, um dann später durch stärkeren Sog die Lunge voll zur Ausdehnung zu bringen und neben Entfernen von Exsudat, Blut und Luft aus dem Thoraxraum ein Entstehen von über die Wundränder hinausgehenden Atelektasen zu vermeiden.

4. FISTELN

Grundlegend müssen wir zwei Arten von Fisteln unterscheiden:

a. Parenchym-
b. Bronchialfisteln

Bei ersteren liegen kleine Verletzungen des Lungengewebes, z.B. durch Verletzung des Lungenparenchyms bei Segmentresektionen oder Lösungen von Pleuraadhäsionen oder Schwarten vor. Die aus solch kleinen Wunden ständig austretende Luft kann in schweren Fällen zum Pneumothorax führen und damit die Wiederausdehnung der Lunge verzögern oder unmöglich machen. Zudem erhöht sich,wie oben beschrieben damit die Infektionsgefahr. Derra (26) und Hart (53) empfehlen eine Dauersogdrainage, die die Verklebung der Parenchymwunde mit der Pleura parietalis fördert. Der Sog habe zudem guten Einfluß auf die Entfaltung der Lunge, da es bei ungenügender Entfaltung derselben zu Verklebungen an falschen Stellen mit folgender Resthöhlenbildung kommen kann.

Bronchialfisteln entstehen durch postoperativ auftretende Insuffizienz der Bronchusstumpfnaht, wodurch erstens eine Wiederausdehnung der verbliebenen Lungenteile praktisch unmöglich wird und zweitens ein gefährlicher Infektionsherd vom eröffneten Bronchialsystem her vorhanden ist. Die Entstehung einer Bronchialfistel kann zum lebensbedrohlichen Zustand werden, sie zeigt sich nach Hart (53) durch folgende Ereignisse an:

1. Plötzliche Blut - und Eiterbeimengung zum Sputum bei starkem Hustenreiz
2. Vergrößerung, Form - und Lageveränderung der Höhle bei Durchleuchtungskontrolle
3. Eventuelles Auftreten eines Hautemphysems
4. Anhaltend starker Luftaustritt aus liegender Drainage
5. Plötzlicher Pneumothorax bei zuvor weitgehender Entfaltung der Restlunge
6. Frühes Abhusten der Bronchialstumpfnähte

C

BEHANDLUNG UND PROPHYLAXE POSTOPERATIVER KOMPLIKATIONEN

1. FRÜHKOMPLIKATIONEN

Die Prophylaxe und damit Verhinderung der Frühkomplikationen muß die dringlichste Aufgabe der Thoraxchirurgen sein, da man damit nicht nur lebensbedrohliche Zustände abwenden, sondern meist auch die Spätkomplikationen verhindern kann. Um diesen Gefahren rechtzeitig entgegenzuwirken, sind folgende Forderungen sorgfältig zu beachten (Hart 53, Derra 26, Grunert 5o, Scherer 1o9):

1. Vermeidung jeglicher Infektion der Brusthöhle während der Operation, sei es von außen oder durch Eröffnen eines Abszesses oder einer spezifischen Kaverne.
2. Eine möglichst rasche und vollständige Ausdehnung des erhaltenen Lungengewebes mit gleichzeitiger Entfernung von Luft, Exsudat und Blutgerinnsel aus dem Thoraxraum mittels Drainage.
3. Wiederholte Durchleuchtungskontrolle, als bestes Kriterium für Lungenentfaltung und Exsudation.
4. Gründliche Entfernung der Sekrete aus den Atemwegen durch gutes Abhusten und im Notfall Absaugen zur Vermeidung von Atelektasen.
5. Ausreichende O_2-Versorgung und Erleichterung der sehr schmerzhaften Atmung bei entsprechender Lagerung des Patienten.

Wie bereits angedeutet besteht zur Verhütung bronchopleuraler Komplikationen der wichtige Grundsatz (Grunert 5o): "Nach traumatischer oder operativer Eröffnung des Thoraxraumes ist die Lunge so rasch wie möglich wieder zu entfalten und in voller Ausdehnung zu halten. Je schneller und früher das erreicht wird, umso früher hat man den Patienten aus der unmittelbaren Gefahrenzone heraus." "Die ersten 48 Stunden sind

die wichtigste Zeit zur Ausdehnung der Lunge" (Scherer 1o9) Die wichtigste Bedeutung in der Prophylaxe postoperativer Komplikationen kommt damit der Thoraxdrainage zu. Trotz der Einigkeit in diesem Prinzipiellen bestehen bezüglich der Methode keine einheitliche Ansichten. So differieren die Indikationen zur interkostalen Drainage - Bauer (9), Derra(26), Frey (38), Goetze (44), Lezius (77), Gohrbandt (45), Vosschulte (127), Zenker (131) und Grunert (5o) drainieren bei Pneumonektomien gewöhnlich nicht, während Denk (25) und Nissen (86) dagegen grundsätzlich, auch nach Pneumonektomien, für die ersten 48 Stunden eine Drainage legen - die verschiedenen Verfahrensmöglichkeiten und insbesondere die Ansichten über die Höhe der anzuwendenden Unterdrucke im Fall der Saugdrainage. Daß ein drainloser Verschluß des Thorax nach Operation oder Verletzung nicht völlig risikolos ist und eine große Reihe von Komplikationen möglich macht, denen man durch einfache Punktion nicht immer begegnen kann, darüber sind sich die meisten Autoren einig.

Bevor wir aber die verschiedenen Drainagemöglichkeiten und ihre geschichtliche Entwicklung besprechen, seien ganz kurz noch weitere Behandlungsmöglichkeiten gestreift.

2. SPÄTKOMPLIKATIONEN

Pleuraergüsse können durch Pleurapunktion entfernt werden. Kleinere Atelektasen lassen sich meist durch endotracheales Absaugen der Bronchialsekrete oder, wenn sie größeren Ausmaßes sind, durch gezielte bronchoskopische Absaugung und Blähung beseitigen. Kommt es postoperativ zu einer Empyem-Resthöhle mit oder ohne innerer oder äußerer Fistel und läßt sich diese nicht durch eventuell nochmaligen Versuch intensiver Saugbehandlung beheben, so ist ein erneuter chirurgischer Eingriff unumgänglich. Zur Verödung des schädlichen Hohlraumes stehen nach Derra (26) drei Wege zu Verfügung:

1. Thorakoplastik (Annäherung der Brustwand an die Lunge)
2. Decortikation (Annäherung der Lunge an die Brustwand)
3. Plombierung der Höhle durch Muskel- oder Cutislappen.

Fisteln müssen, seien es innere oder äußere, operativ revidiert werden.

3. ENTWICKLUNG DER THORAXDRAINAGE UND DRAINAGEFORMEN

Bahnbrechend auf dem Gebiet der Thoraxdrainage war Bülaus Veröffentlichung im Jahre 1891 über die Heberdrainage bei Behandlung des Pleuraempyems. Bülau (18) schrieb damals: "Den Hauptvorzug der Heberdrainage habe ich stets darin zu erkennen geglaubt, daß man durch die Verminderung des Druckes in der Pleurahöhle einen direkten auf die Wiederausdehnung der Lunge wirkenden Faktor gewänne." Nach anfänglicher Ablehnung durch Gläser (42), auch Schede (1o8) weist auf häufiges Versagen dieser Methode auch in Händen Geübter hin, sind viele Vorteile derselben aufgezeigt und weitere Drainageformen entwickelt worden. Bis zur Entwicklung von Bülaus Drainage wurde ein Empyem nach alter Weise durch Schnitt und Einlegen einer großen Kanüle in die Brustwand versorgt, atmosphärische Luft trat von außen frei in die Brusthöhle und bewirkte mit der auf der inneren Lungenoberfläche über die offene Glottis lastenden Atmosphäre einen Ausgleich. Nun bewirkten die elastischen Elemente der Lunge eine permanente Retraktion derselben. In diesem Zustand gibt es praktisch keine andere Heilung als das Verkleben und Verwachsen von den Winkeln her, in denen die beiden Pleurablätter zusammentreffen (Roser 1oo). Der Heilungsprozeß ist bei einem starren Thorax ein sehr rascher aber unbefriedigender, während ein noch elastischer Thorax sich der Lunge zu nähern vermag und der verbleibende Hohlraum dadurch eine verhältnismäßig günstige Form annehmen kann. Dadurch kommt es wie z.B. bei Kindern zu einigermaßen guten Resultaten. "Bei Erwachsenen heilten hingegen die freien Empyeme nicht, es kam zum Tode entweder durch Ver-

jauchung oder durch Fistelbildung mit langem Siechtum." (Bülau)

Zunächst versuchte man, durch Einlegen eines Nelatonkatheters und täglichem Abziehen von Eiter mittels einer Spritze bei sonst verschlossenem Thorax bessere Heilungsergebnisse zu erzielen. Bülau entwickelte dann seine Heberdrainage, mit der er die Pleurahöhle durch permanente Aspiration von Eiteransammlungen freimachte und durch gleichzeitige Druckverminderung direkt auf die Wiederausdehnung der Lunge einwirkte. Diese Druckverminderung mußte den Elastizitätskoeffizienten des Lungengewebes an Wert übertreffen, sodaß die ausgedehnte Lunge dann jeder Inspirationsbewegung der Brustwand zu folgen hatte. Wintrich (129) fand, daß 1/84 Atmosphärendruck die Elastizität der Lunge überwand, Donders (29) - 1/1oo. Eine Flüssigkeitssäule von 5o bis 55 cm Höhe (Betthöhe) war also vollkommen ausreichend, diesen Widerstand zu überwinden. Durch die Entleerung des Eiters wird durch den atmosphärischen Druck bei der Inspiration (der bei der Expiration noch eine leichte Verstärkung erfährt) die Lunge gegen die Brustwand gedrängt, je nachdem in welchem Ausmaß der noch vorhandene Eiter das Aneinanderlegen der Pleurablätter gestattet. Bülau gelang 188o eine Wiederausdehnung einer 15 Monate nicht arbeitenden Lunge nach Empyemfistel mit anschließender Heilung.

"Ein dicker Troikart, durch dessen Lumen ein fast kleinfingerdickes Gummirohr geschoben werden kann, wird in der mittleren oder vorderen Axillarlinie (nicht in der hinteren, weil sonst die Kranken schlecht liegen) interkostal an der Basis der Empyemhöhle eingestochen. Nach Entfernung des Mandrins schiebt man den vorbereiteten Schlauch in die Pleurahöhle ein und zieht die Metallhülse zurück. Das freie Ende des Schlauches wird durch ein Glasrohr mit einem Verlängerungsschlauch, der mit antiseptischer Flüssigkeit gefüllt ist, in eine Flasche geleitet (5o cm unter

dem Patienten) so, daß die Schlauchöffnung unter einem Wasserspiegel liegt. Der Eiterabfluß ist dadurch gesichert und dem Lufteintritt vorgebeugt" (Bülau 18).

Bülaus Drainage hat also neben der Heberwirkung auch die sehr wichtige Funktion des Ventileffektes. Viele Autoren sehen einen Nachteil der Heberdrainage darin, daß das Drainagerohr wegen des engen Kalibers häufig verstopft. Zudem reicht die alleinige Heberwirkung oft nicht aus und es wird eine zusätzliche Saugkraft notwendig. Zenker (134), Denk (25) und Nissen (86) drainieren heute noch nach Pneumonektomien mit der milden Unterdruckentfaltung der Bülaudrainage, da hiernach ein stärkerer Sog wegen einer drohenden Mediastinalverschiebung gefährlich wäre.

Drei Grundvoraussetzungen müssen für das wirkliche Funktionieren streng erfüllt werden (Grunert 5o):

1. Dauernde komplette Flüssigkeitsfüllung des gesamten Ablaufsystems,
2. absolute Dichte der Drainagedurchlaßstelle,
3. sichere Ventilwirkung im Auffanggerät.

Nur unter diesen Kautelen ist ein sicherer Effekt gewährleistet. In dem Augenblick beispielsweise, da ein Auge des intrapleuralen Schlauchteiles über den Flüssigkeitsspiegel auftaucht, verpufft der Hebereffekt. Werden beispielsweise mehrere Interkostaldrains in ein Hebersystem geleitet und liegt eines davon im luftgefüllten Pleurateil, dann kann kein Hebereffekt aufkommen. Luft kann man mit Hebereffekt nicht absaugen (Grunert).

Schmerz (111,112), Läwen (75), Menenga (8o), Hetzar (56), Grunert (5o), Gierhake (41), L'Allemand (41) und andere lehnen eine Bülaudrainage ab, da es nach ihrer Ansicht zum Undichtwerden der Drainage kommt (besonders, da sich mit zunehmender Entzündung die Abdichtung erschwert), der Eiterabfluß ungenügend ist und sich an der Incisionsstelle

häufig Phlegmonen bilden.

Eine Weiterentwicklung der Bülau- Drainage erfolgte 1898 durch Perthes. "Es unterscheidet sich vom Bülauverfahren, wenn ich vom Technischen absehe, dadurch, daß es mit seiner Hilfe möglich ist, die Anwendung der Aspirationskraft mit der freien Eröffnung des Empyems durch Thorakotomie und Rippenresektion zu kombinieren und dadurch, daß man es in der Hand hat, die Aspirationskraft noch mehr als bei dem Bülauverfahren zu regulieren und für den Fall des Vorhandenseins wenig nachgiebiger verdickter Pleuraflächen den Unterdruck zu steigern" (Perthes 95).

Der Perthes'sche Apparat, der durch dauernde Aspiration einen konstanten negativen Druck in der Pleurahöhle unterhält, besteht aus folgenden Vorrichtungen:

" 1. Einer besonders eingerichteten, die Wunde deckenden Kappe,
2. einer Saugpumpe, die den negativen Druck herstellt und unterhält,
3. einem Sammelgefäß mit Manometer zum Auffangen des abgeleiteten Eiters, welches zwischen Saugpumpe und Kappe eingeschaltet ist " (Perthes 95)

Eine andere Methode zur Ableitung eitriger Ergüsse aus Pleurahöhlen gab Schmerz (1916,112) mit seiner perkostalen Pleuradrainage an. Bei mangelhaften Abflußverhältnissen zu dicken oder mit Fibrinklumpen untersetzten Brusthöhleninhaltes aus der verhältnismäßig kleinen Öffnung erwies sich dieses Verfahren als unzweckmäßig. Schmerz (112) entwickelte 1924 seine "Stöpselmethode" mit Resektion eines Rippenstückes. Läwen und Müller (75) nahmen 1934 das Verfahren der perkostalen Pleuradrainage wieder auf und besonders Hetzar (56) setzte sich 194o in der Kriegschirurgie für diese Drainage ein. Während Schmerz (112) nach Ausschneiden

eines Weichteilzylinders über der 7. bis 1o. Rippe in der hinteren Axillar- oder Scapulalinie, Ablösen des Periost von der Rippe und nach Durchstoßen der parietalen Pleura ein Gummidrain einlegte, setzten Müller und Läwen (75) einen Metallkatheter ein, der auch von Hetzar (56) beibehalten wurde. Letzterer sieht die Vorteile der perkostalen - gegenüber der Bülaudrainage in der vollständigen Entleerung des Eiters ohne Lufteintritt in die Pleurahöhle, vollkommenem Abschluß des Eiterventils, "ohne daß die Weichteile der Thoraxwand durch Naht oder feste, schmerzhafte Tamponade abgedichtet zu werden braucht", während er der Bülaudrainage unvollständige Ableitung des Ergusses, ungenügende Durchlässigkeit und starke schmerzhafte Beschwerden in Form von Interkostalneuralgien vorwirft. Fick (36), H. Krauss (71) und Zenker (133) hingegen sprechen sich in der Kriegschirurgie wiederum zugunsten der Bülaudrainage aus, da hierbei, und das ist ein wesentlicher und von vielen Autoren nicht genügend beachteter Punkt, eine Auswechslung des Drainageschlauches, besonders bei dickflüssigerem Eiter,möglich ist.

1933 beschrieb Lloyd (78) mit der Einführung des Zweiwegekatheters zur Ableitung einerseits und andererseits zur Behandlung eines Empyems einen neuen Weg. Die beiden Schläuche waren an zwei verschiedenen Systemen angeschlossen, der eine diente dem Saugen mit Variationsmöglichkeit des intrapleuralen Druckes, der andere therapeutischen Spülungen. Solcherart Spülungen zur Behandlung von Empyemen nach Lloyd (78, 79) und Bloxom (11) - dieser benutzte ein doppelläufiges Drainagerohr, durch welches er ableitete und Spülflüssigkeit in die Pleurahöhle einbrachte - werden von Spiller, Gierhake, L'Allemand (117), Kronenberger (73), Kunz (74) und Kikuth (65) wegen der großen Gefahr der sekundären Infizierung der Pleurahöhle mit oft unvermeidlichem Hospitalismus abgelehnt.

Auch die Injektionen und Spülungen in das Drainagerohr zwecks Behebung von Verstopfung desselben, wie sie in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts von vielen Autoren (Siebner 151, Antelewa 5, N.W. Lloyd 78, Adams 1, Salzer 103, Iserin 63 u.a.) empfohlen wurden, werden aus dem gleichen Grunde abgelehnt. Lloyds und Bloxoms Drainageform sind heute in Vergessenheit geraten.

Während des zweiten Weltkrieges wär es besonders W. Denk, der konsequent die systematische Absaugung des Hämatopneumothorax mit recht massiven Unterdrucken forderte, wobei er ausgezeichnete Erfolge verzeichnen konnte. - Größere Bedeutung erlangte die von Eerland (33) erstmals empfohlene Drainage. Ein mehrfach durchlöchertes Drainagerohr, vom tiefsten Punkt oberhalb des Zwerchfelles bis in die Pleurakuppel reichend, wird an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen. Eventuell verstopfende Gerinnsel in nicht zu weichem und zu engem Rohr empfiehlt Eerland durch die Pumpe abzusaugen.

Schwierig gestaltete sich jedoch weiterhin das Abdichten des Interkostaldrains gegen die Kanalwand bei intensiver werdender Pleurainfektion und damit die Aufrechterhaltung der zur Lungenentfaltung notwendigen Druckdifferenz. Es gibt keine Methode, die eine sichere Abdichtung der Kanalwand gegen das interkostale Drain bei infizierter Pleura über längere Zeit garantiert. Der Prozentsatz der Resthöhlen war noch immer groß. Wie bereits eingangs erwähnt, schafft die Gegenwart von Luft im Pleuraspalt physiologisch völlig veränderte Verhältnisse, da die inexpansible Fläche des Pleuraspaltes durch ein expansibles Medium ersetzt wird, welches den inspiratorischen Zug der Thoraxwand weitgehend abfängt. Es droht dann die Gefahr, daß die Lunge mehr und mehr im Zustand des Kollapses entzündlich erstarrt und ihre Ausdehnung zunehmend schwieriger

wird. "Bei geeigneter Methode - so sagt Grunert (5o) müsste eine kollabierte Lunge auch bei erheblicher, im Anfang befindlicher Pleurainfektion und Gegenwart von Luft ohne weiteres sicher und vollständig aufdehnbar sein, wenn sie unverletzt und im Besitz einer ausreichenden Dehnungskapazität ist, wie etwa bei postpneumonischen Empyemen oder nach Thoraxverletzungen und schließlich auch nach Segmentresektionen und nach Lobektomien." Antibakterielle Pleurasanierung und die Möglichkeit der fermentativen Schwartenlösung brachten weiterhin günstige Bedingungen. Trotzdem war bislang keine Drainage zur konstanten Aufrechterhaltung einer für die Lungenentfaltung optimalen Druckdifferenz imstande.

Grunert (5o) empfiehlt in den Jahren 53, 54 eine neue Drainageform mit wirklich sicherer Abdichtung der Thoraxhöhle nach außen. Eine Plexiglaskammer wird mit ihrem aufblasbaren Gummirahmen durch elastische Binden am Thorax luftdicht fixiert. Sie verhindert dadurch jegliches Undichtwerden am Drainkanal, ein Rückfluß von Drainageflüssigkeit in den Pleuraraum ist unmöglich. Zudem können intrapleurale Medikationen ohne Aufhebung der optimalen Druckdifferenz, wobei die intrathorakalen Druckverhältnisse ständig kontrolliert werden, verabreicht werden.

Hinsichtlich der für die Saugdrainage erforderlichen Unterdruckwerte herrschen bei den einzelnen Autoren (Bauer, Denk, Derra, Frey, Goetze, Gohrbrandt, Letzius, Nissen, Vossschulte, Zenker - 5o) nicht völlig übereinstimmende Ansichten.

Der Unterdruck in Atemruhe beträgt im Pleuraraum zwei bis vier Millimeter Hg. Diese Kraft entspricht der Summe der Kontraktionskräfte der elastischen und muskulären Lungenelemente und vermag diese im Gleichgewicht zu halten. Der Unterdruck steigert sich bei tiefer Inspiration bis zu 42 cm

Ws.. Dieser Sog ist folglich erforderlich, um eine gesunde Lunge rasch und weit zur Ausdehnung zu bringen; ein solcher Sog ist einer dichten Lunge bedenkenlos zumutbar. Bei langsamer, tiefer Einatmung werden 21 cm Ws. erreicht, was ausreichend sein muß, eine gesunde Lunge noch ziemlich schnell und maximal auszudehnen. Anders werden die Verhältnisse, wenn eine stärkere Infektion zustandegekommen ist, dann hat ein Unterdruck von weniger als 3o cm Ws. wenig Wert, da "leider der Satz Gültigkeit hat, daß mit zunehmender Entzündung gesteigerte Unterdrucke notwendig werden..." Grunert (5o).

Nach alldem erhebt sich die grundsätzliche Frage, wie stark nun der Unterdruck sein muß und ob nicht beispielsweise bei Unterschreiten des Wertes von 3o cm Ws. eine tiefe Inspiration von seiten des Patienten die Gefahr des Rückflusses von infektiöser Drainflüssigkeit in die Thoraxhöhle mit sich bringt.

Bei der Gummirohrdrainage läßt sich die Rücksaugung von infektiöser Drainageflüssigkeit in die Pleurahöhle durch forcierte Inspiration, beispielsweise durch starke Hustenstöße nicht vermeiden. Bei der einfachen Aspirationsdrainage mit niedrigem Unterdruck wird fast bei jeder Inspiration eine gewisse Flüssigkeitsmenge zurückgesaugt. Ist nun zwischen flüssigkeitsgefülltem Drainageschlauch und Pleurahöhle ein gewisses Luftquantum, welches einen zusammenhängenden Exsudatstrom vermeidet, eingeschaltet, so fängt dieses als expansibles Medium jeden abrupten Sog auf. Damit ist ein Flüssigkeitsrückstrom in die Pleurahöhle völlig ausgeschlossen und man braucht bei der Wahl des Unterdruckes bezüglich der Rückflußgefahr keine Bedenken zu haben.(Grunert)

Abschließend und gleichzeitig überleitend zum folgenden Kapitel seien nochmals die verschiedenartigsten Methoden,

die die Chirurgie zum Ableiten von Flüssigkeit (Eiter, Blut, Galle, Urin usw) aus Körperhöhlen, Organen oder Wundhöhlen im Laufe der Zeit entwickelte, angeführt:

1. Drainage am tiefsten Punkt unter Ausnutzung der Schwerkraft.
2. Heberdrainage unter Ausnutzung der Schwerkraft nach Heberprinzip (Bülau und viele Modifikationen)
3. Drainage mit"Ebbe und Flut" (tidal drainage v. Deryl Hart), eventuell mit rythmischer Erzeugung von Über- und Unterdruck nach dem Syphonprinzip - akutes und chronisches Pleuraempyem.
4. Drainage mit Ausnutzung der Kapillarwirkung (Dochte, Zigarettendrain nach Penrose) - häufiges Versagen durch hohe Viscosität eiweisreicher Flüssigkeit, geformte Blutelemente und Blutgerinnsel.
5. Drainage mit aktivem Absaugen durch Pumpe ohne Luftzutritt.
6. Drainage durch aktives Absaugen im Luftstrom.

Diese letztgenannte Art der Drainage brachte nach Umänderung für die physiologischen Verhältnisse des Thorax in Kombination mit der erweiterten Eerlanddrainage, die seit 1958 durch Viereck an der Würzburger Chirurgischen Klinik eingeführte doppelläufige Thoraxdrainage (125).

4. PHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN DES SAUGENS IM LUFTSTROM

Eine wesentliche technische Schwierigkeit jeglichen Saugens innerhalb des menschlichen Körpers war, daß sich die nachgiebigen Wände von Wundhöhle bzw. Hohlorgan beim Entstehen eines Vakuums durch Sog vor die Öffnung des Saugrohres legten und dadurch ein weiteres Absaugen der Flüssigkeit verhinderten. Aubert (6) entwickelte für den Magen-Darm-Kanal folgendes doppelläufiges metallenes Saugrohr: Ein weiteres Außenrohr mit vorne durchlöchertem Korb und hintem

offenem Seitenstutzen zum Nachströmen von Luft, umgab ein engeres Innenrohr, welches im ersteren mittels Überwurfmutter befestigt und an welchem hinten eine Saugpumpe angebracht war. Beim Saugen strömt nun Luft zwischen den beiden Rohren und saugt eine kontinuierliche Perlkette von Luftblasen und Flüssigkeitstropfen,ohne daß ein Vakuum entsteht. "Das Rohr saugt nicht, es schlürft". Sehr wesentlich für die Art der Drainage ist folgender Faktor: "Bei gegebenem Durchmesser eines Rohres und bei gegebener Förderleistung (Pumpe) kann wegen des geringen Strömungswiderstandes ein wesentlich größeres Volumen Luft als Flüssigkeit in der Zeiteinheit transportiert werden (siehe spätere Meßergebnisse)."Wenn nun bei einem Saugrohr, das nach dem Durchströmungsgesetz von Hagen und Poiseulle nicht zu dünn und nicht zu lang sein darf, Luft und Flüssigkeit gleichzeitig strömen kann, so geschieht dies nicht kontinuierlich, sondern in rythmischen Unterbrechungen. Dieses schwingungsfähige physikalische System, das bei richtiger Einstellung von Sog und Schlauchdurchmesser als Schlürfgeräusch hörbar ist, fördert das Nachströmen von Flüssigkeit und Luft aus Spalten und Buchten einer Wunde. Wir haben dann beim Saugen im Luftstrom die Umkehr des Prinzips der Wasserstrahlpumpe; bei dieser wird Luft vom Wasserstrahl - hier Flüssigkeit im Luftstrom mitgenommen.

Wie schon angedeutet, ist ein optimales Funktionieren der Drainage an dem gleichmäßigen Schlürfgeräusch erkennbar. Eine zu hohe Förderleistung, d.h. zu starker Sog bei zu geringem Durchmesser läßt ein Vakuum und damit Nutzloswerden der Drainage entstehen (da durch den relativ zu engen Kanal Luft nicht schnell genug nachströmen kann). "Das Rohr saugt sich fest". Wichtig ist weiterhin die Kaliberweite des zur Pumpe führenden Schlauches. Nach dem schon oben angedeuteten Durchströmungsgesetz von Hagen und Poiseulle :

$$p = \frac{V \times 8}{t \times r}$$

p = Druckabfall, $\frac{V}{t}$ = Durchflußvolumen, r = Radius des Rohres
= Länge des Rohres

ergibt sich, daß der Sogabfall umgekehrt proportional ist der vierten Potenz des Radius und in einfachem linearem Verhältnis zur Rohrlänge steht. Bei einem sehr dünnen Rohr ist also der Sogverlust zwischen Flasche und Thorax sehr hoch, er kann den Saugeffekt aufheben. Es darf das Drain also nicht zu dünn sein. Andererseits führt ein zu weites Lumen dazu, "daß sich die Flüssigkeit seitlich der Wand anlegt und dem Luftstrom den Weg frei gibt, womit der Zweck des Saugdrains vereitelt wird." (v.Brücke 13). Günstig erwies sich eine äußere Rohrweite von 6 mm; dies ermöglicht die Bildung von Tropfen, die dann als fortlaufende Perlschnur abgesaugt werden können.

Einen weiteren großen Erfolg des Saugens im Luftstrom bei frischen Wundhöhlen sah von Brücke in der blutstillenden Wirkung. Ein dauerndes Blutleerhalten einer Wundhöhle und damit Entfernen von Blutgerinnsel, welches den Kontakt des blutenden Gefäßes mit der gegenüberliegenden Wand der Wunde verhindert, ist nach v.Brücke die wirksamste Maßnahme zur Blutstillung.

5. DRAINAGEFORMEN IN DER WÜRZBURGER CHIRURGISCHEN KLINIK

Nachdem in den Jahren 1950 bis 54 die "Doppelte Drainage" (ein möglichst dickes Drainagerohr im Zwerchfell-Rippenwinkel und ein zusätzlich dünneres im zweiten ICR vorne) und in der Zeit von 1954 bis 58 die von Eerland angegebene Form (eine möglichst dicke Drainage, die vom Zwerchfell bis in die Thoraxkuppel reicht) angewandt wurde, waren die Pleurakomplikationen besonders durch Infektion noch immer unbefriedigend hoch. Nachdem eine verbesserte Nahttechnik mit Senkem der Bronchialstumpfinsuffizienz vorausgegangen war, wurde 1958 die Doppelschlauchdrainage eingeführt. Es handelt sich hierbei um ein für die physiologischen Verhältnisse des Thorax umgewandeltes Prinzip der Absaugung, wie es, wie oben bereits näher beschrieben, von v.Brücke für die allgemeine Chirurgie angegeben wurde. Es stellt eine Erweiterung der Eerlanddrainage dar; der Schlauchkatheter ist hier doppelläufig. Ein äußerer Führungsschlauch, ein in seiner gesamten intrathorakalen Länge perforiertes und als Sieb dienendes Gummirohr, umgibt den inneren Saugschlauch, der aus Kunststoff und nicht perforiert ist. Der Saugvorgang erfolgt nun in geschlossenem System; kann aber jederzeit bei Störung der Saugfunktion über den Nebenschlauch im Luftstrom erfolgen, d.h. es erfolgt eine "Spülung des Systems mit Luft" nach dem Auberg'schen Prinzip. Sollten auch hierdurch verstopfende Koagel nicht entfernt werden können, so besteht letztlich noch die Möglichkeit des Auswechselns des inneren Kunststoffkatheters unter sterilen Kautelen bei Belassung des äußeren Führungsschlauches.

Um möglichst alle Teile der Thoraxhöhle mit dem Sog zu erreichen, wird der Drainageschlauch von der Thoraxkuppel dorsal nach lateral-basal gelegt und dort im Zwerchfellrippenwinkel nach außen geführt.

Die zwei verschiedenen Saugvorgänge seien in Folgendem nochmals klar dargelegt:

1. Normaler Saugvorgang:
   Das intrathorakale Sekret wird durch die seitlichen Perforationsöffnungen des Führungsrohres, die wegen der Siebwirkung kleiner sein müssen als der Durchmesser des Innenrohres - in unserem Fall 3:4 mm -, angesaugt, gefiltert und zwischen den beiden Rohren bis zu deren Spitze geführt, und nach Eintritt in das Innere-, bzw Saugrohr nach außen abgesaugt.
2. Spülvorgang:
   Bei Öffnen des Nebenschlusses strömt durch diesen Luft ein und dieser zwischen den beiden Rohren entstehende Luftstrom nimmt die abzusaugende Flüssigkeit mit (Saugen im Luftstrom). Mit dieser Methode ist es möglich, höhere Unterdrucke anzuwenden, ohne daß es zum Entstehen eines Vakuums und damit Nutzloswerden des gewünschten Effektes kommt. Durch den erhöhten Unterdruck im Kunststoffrohr können dann auch eventuell verstopfende Koagel abgesaugt werden. Da bei gegebenem Durchmesser eines Rohres und bei gegebener Förderleistung (Sog) wegen des geringen Strömungswiderstandes ein wesentlich größeres Volumen Luft als Flüssigkeit in der Zeiteinheit transportiert werden kann, besteht bei entsprechendem Sog keine Gefahr des Luftübertrittes in die Thoraxhöhle.

Durch Lösen des konischen Stöpsels, durch welchen Saug- und Führungsrohr am unteren Ende luftdicht miteinander verbunden sind, ist es zudem möglich, unter gleichzeitigem starken Sog die beiden Rohre gegeneinander zu verschieben und dadurch festsitzende und verstopfende Koagel mechanisch durch Abreißen und Zerkleinern zu lösen.

Bei sorgfältiger Überwachung dieses Systems in den ersten postoperativen Stunden ist es gelungen, die Drainage bis

zur Wiederausdehnung der Restlunge und Verkleben der beiden Pleurablätter intakt zu halten. Die durchschnittliche Verweildauer der Drainage im Thorax konnte von 3,8 Tagen 1954 auf 1,2 Tage im Jahre 1965 verkürzt werden - ein wesentlicher Faktor zur Bekämpfung der postoperativen Pleurainfektion. Diese Doppelschlauchdrainage dient ausschließlich der postoperativen raschen Wiederausdehnung der Restlunge; für die Behandlung von Empyemen wird nach wie vor die Bülau-Drainage verwendet.

Da bezüglich der anzuwendenden Sogstärke, wie bereits angedeutet, noch immer Unklarheit herrscht, wurden die im Folgenden abgehandelten Messungen von Druck- und Volumenverhältnissen an insgesamt 46 Patienten durchgeführt. Die Messung der Sogstärke erfolgte mit einem einfachen Wassermanometer. Die Sogmenge (Luft) wurde durch einen von Reeder konstruierten und freundlicherweise zur Verfügung gestellten "bubble-flowmeter" ermittelt. (Durch Nebenschluß eingeleitete Seifenblasen werden im Luftstrom mitgenommen und machen die Luftmenge/Zeiteinheit in eingraviertem Glasrohr sichtbar).

D
MESSERGEBNISSE

1. AUSZUG AUS DER KASUISTIK

Fall 1: SEGMENTRESEKTION

21- jährige Patientin S.T. 1964 nach Erkrankung der Mutter an Tuberkulose bei Kontrolluntersuchung linksseitige infiltrative Oberfeld- und Spitzentuberkulose festgestellt. Heilverfahren (78 g Strepto, 25 PAS- Infusionen, 222o g PAS und 27 g INH) Bei der Aufnahme BKS 3/8, Blutbild o.B.Sputum negativ. Lungenfunktionsprüfung: gute Funktion (VK 345o=11o%, AG 62,1o=9o%, Tiffeneau'Test- 27oo) Internistische Herz- und Kreislaufuntersuchung o.B. Nach vorbereitender Chemotherapie mit Streptomycin und Neoteben am 7.7.65 Thorakotomie und Resektion des ersten und zweiten Segmentes links. Im OP-Abstrich waren säurefeste Stäbchen nachweisbar, histologisch fand sich eine verkäste und narbig verschwielte Lungentuberkulose. Ende der Operation 11^{15} Uhr.

Daten zur postoperativen Thoraxdrainage:

	Zeit	Sogstärke cm H_2O	Luftvol. ccm/Min	Exsudat ccm
7.7.65	12^{n}	16o	36	
	14	19o	56	
	16	23o	68	
	19	27o	72	65o
8.7.65	7	2oo	2o	o

Durchleuchtungskontrolle zeigt gut ausgedehnte Lunge, die Drainage wird nach 2o Stunden entfernt.

Glatter postoperativer Verlauf. Bei der Entlassung der Patientin 4 Wochen später zeigt die Lungenfunktionsprüfung nurmehr mäßig eingeschränkte Funktion (VK 225o=7o%, AG 58,4o=84% und Tiff. T. 213o), die abschließende Thoraxübersichtsaufnahme voll ausgedehnte Lunge, keine Verwachsung, weder Erguß noch Resthöhle.

Fall 2: LOBEKTOMIE - RECHTER OBERLAPPEN

29- jähriger Patient R.M. 1963 erstmals Lungentuberkulose festgestellt, mehrere Heilstättenaufenthalte; zuletzt an Medikamenten erhalten: 876 PAS, 26 g Strepto, 8,4 g INH. Bei der Aufnahme bestand geschlossene, produktiv indurative, vorwiegend rechtsseitige Lungentuberkulose mit kleinherdigem Zerfall im rechten Oberlappen bei Teilstenosierung des Oberlappenbronchus. Herz und Kreislauf o.B. Lungenfunktionsprüfung zeigt gute Atemfunktion (VK 3630=95%, AG 58,50=71% und Tiff. T. 2220) Nach entsprechender Vorbereitung am 30.6.65 Thorakotomie mit Resektion des rechten Oberlappens. OP- Abstrich positiv. Ende der Operation 12^{15} Uhr.

30.6.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	13^{h}	100	18	
	14	150	12	
	16	230	20	
	18	250	24	300
31.6.65	7	370	32	0

8 - Durchleuchtungskontrolle: voll ausgedehnte Restlunge. Entfernung der Drainage nach 20 Stunden.
Unter Paraxin, dann Streptomycin und Neoteben glatter fieberfreier Verlauf, primäre Wundheilung. Abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B. Lungenfunktionsprüfung zeigt Einschränkung der Atemfunktion um 20% (VK 2430=60%, AG 51,50= 58%, Tiff.T. 1650)

Fall 3: LOBEKTOMIE -LINKER OBERLAPPEN

23- jährige Patientin H.Sch. 1957 erstmals bei Kontrolluntersuchung, Vater war an Tuberkulose erkrankt, Lungentuberkulose festgestellt. Nach Heilstättenaufenthalt vollkommene Ausheilung, 1963 bei Geburt des ersten Kindes Aktivierung, erneutes Heilverfahren. Bei der Aufnahme doppelseitige Lungentuberkulose mit Zerfallshöhlen links. Herz und Kreislauf

o.B., Lungenfunktionsprüfung zeigte Hyperventilation bei sonst normaler Funktion (VK 3o3o = 96 %, AG 44,1o = 63 %, Tiff.T. 198o). Nach tuberkulostatischer Vorbehandlung am 2o.5.65 Thorakotomie mit Resektion des linken Oberlappens. OP - Abstrich positiv. OP - Ende 12^{15}

2o.5.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	13^{h}	14o	2oo	
	15	17o	2oo	
	18	27o	34o	45o
21.5.65	7	46o	34o	25o
	11	5oo	3o	o

Durchleuchtungskontrolle zeigt voll ausgedehnte Lunge, Drainage wird entfernt (nach 24 Std.)
Unter Paraxin und Supracellin glatter, fieberfreier Verlauf, ab 9. postop. Tag tuberkulostatische Nachbehandlung, abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B., Lungenfunktionsprüfung zeigt Einschränkung der Funktion um 2o % (VK 15oo = 47 %, AG 42,8o = 62 % und Tiff.T. 135o).

Fall 4: LOBEKTOMIE - RECHTER UNTERLAPPEN

27 - jähriger Patient R.Sch. erkrankte im Februar 1965 an leichtem Stechen in der rechten Thoraxseite bei geringem Fieber (2 - 3 Tage). Wiederholung des Krankheitsbildes im April 1965 mit Schüttelfrost, reichlich grünlichem Auswurf, besonders morgens, Einweisung wegen röntgenologischen Verdachtes auf Tumor im Bereich des rechten Unterlappens. Bei der Aufnahme guter AZ, spastische Bronchitis links, rechts zusätzlich feuchtes, mittel- bis grobblasiges RG, basal. Keine Schallverkürzung, Bronchografie: Hochgradige Bronchiektasen im rechten Unterlappen mit Schrumpfung desselben, BSG 8/17, leichte Leukozytose von 1o 4oo, sonstiges Blutbild und Urinbefund o.B., Herz und Kreislauf o.B., Lungenfunktionsprüfung zeigt mäßige Funktionseinschränkung

(VK 342o = 78 %, AG 5o,4o = 52 % und Tiff.T. 264o). Nach Sanierung der Nasennebenhöhlen (doppelseitige Sinusitis max.) am 5.8.1965 Thorakotomie mit Resektion des rechten Unterlappens (Bronchiektasen mit chronischer Bronchitis und Peribronchitis, sowie herdförmige interstitielle Pneumonie. Im Präparat keine Tuberkelbakterien). Ende der Operation 12^{45}

5.8.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	13^{h}	18o	8	
	16	23o	24	
	19	4oo	1o8	75o
6.8.65	7	4oo	15	o

8 Durchleuchtungskontrolle: vollständig ausgedehnte Lunge, Entfernug der Drainage nach 2o Stunden. Im postoperativen Verlauf bei Anstieg der Senkung bis 9o/12o bis zum 7. postoperativen Tag subfebrile Temperaturen, wiederholte Thoraxdurchleuchtung o.B..Abschließende Thoraxübersichtsaufnahme ebenfalls o.B., Lungenfunktionsprüfung zeigt noch mäßige Einschränkung der Funktion (VK 27oo =64 %, AG 77,9o = 83 %, und Tiff.T. 216o).

Fall 5: LOBEKTOMIE - LINKER UNTERLAPPEN

34 - jähriger Patient E.St. erkrankte vor 3 - 4 Jahren an einer Lungenentzündung, seither zunehmend Atemnot, zweimalige Kur in Bad Reichenhall. Weiterhin Verschlechterung, jetzt hörbar rasselnde und pfeifende Atmung. Bei der Aufnahme über linkem Unterfeld starkes Brummen und Giemen, sowie mittel- bis grobblasiges RG, rechts basal feinblasiges RG. Röntgenologisch zeigte sich verstärkte Zeichnung im linken Unterlappen mit kolbenförmigen Verdichtungen,zentral waren deformierte und dillatierte Bronchialwege nachweisbar. Bronchoskopisch starke eitrige Sekretion aus dem linken Unterlappen-Bronchus und bronchographisch starke Schrumpfung des linken Unterlappens mit ausgedehnten, sackförmigen

Bronchiektasen und starker Deformierung des Bronchialsystems. Lungenfunktionsprüfung zeigte deutliche Einschränkung des AG bei leicht erhöhter Atemmittellage (VK 2700 = 70 %, AG 43 = 51 %, Tiff.T. 1260), Herz und Kreislauf abgesehen von leicht erhöhtem Blutdruck(RR 160/90) o.B., BSG 18/42, Blutbild o.B.. Nach entsprechender Vorbehandlung am 1.6.1965 Thorakotomie mit Resektion des linken Unterlappens, der geschrumpft und zystisch verändert und histologisch eine verschwielende Peribronchitis mit ausgedehnten Bronchiektasen ohne Anhalt für Tuberkulose zeigt. Ende der Operation 12^h.

1.6.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	13^h	200	10	
	15	200	6	
	19	300	3	300
2.6.65	7	500	32	260

8 Durchleuchtungskontrolle, gut ausgedehnte Lunge, Entfernung der Drainage nach 20 Stunden. Glatter fieberfreier Verlauf, primäre Wundheilung, abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B., Lungenfunktionsprüfung: Noch Einschränkung der Funktion um 30 %. (VK 1980 = 58 %, AG 23,85 = 28 % und Tiff.T. 1500).

Fall 6: LOBEKTOMIE UND SEGMENTRESEKTION

23-jähriger Patient S.L. , 1962 Erstfeststellung einer offenen, rechtsseitigen Oberfeldtuberkulose, seither zahlreiche Heilstättenaufenthalte, bisher an Medikamenten erhalten: ca 60 g Strepto, etwa 1 Jahr lang orale PAS-Therapie (keine Infusion), ein halbes Jahr lang INH, 161 Tabletten Isoxyl, die letzten 4 Wochen Cycloserin. Bei der Aufnahme rechtsseitige, aktive, offene, prod. kavernöse Obergeschoßtuberkulose. BSG 3/16, Blutbild und Urinbefund o.B., Thrombocyten 200 000, Blutungszeit 5 min 10 sek, Gerinnungszeit

2 min 2o sek, Herz und Kreislauf o.B., Lungenfunktionsprüfung : Gute Atemfunktion (VK 528o = 127 %, AG 125,8o = 139 %, Tiff.T. 4o5o). Nach entsprechender Vorbereitung am 23.7.1965 Thorakotomie mit Resektion des rechten Oberlappens + 6er-Segment. OP-Abstrich positiv, OP-Ende 13^{h}

	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat	
23.7.65	14^{h}	13o	52		
	16	13o	52		
	19	17o	32	5oo	37,8°C
24.7.65	7	17o	21	45o	
	8	Durchleuchtungskontrolle: noch deutliche Verschattung			
	11	17o	1o		
	18	18o	1o	fieberfrei	
25.7.65	7	18o	o	4oo	

8 Durchleuchtungskontrolle, gute Aufhellung bei voll ausgedehnter Lunge, Sistieren der Flüssigkeitsabsonderung, Entfernung der Drainage nach 48 Stunden.
Weiterhin glatter fieberfreier Verlauf, keine Ergußbildung, abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B..Lungenfunktionsprüfung: Gute Funktion (VK 324o = 78%, AG 87,5o = 96%, Tiff. T. 255o

Fall 7: LOBEKTOMIE BEI EMPHYSEM

36-jährige Patientin M.A., 1954 erstmals bei Kontrolluntersuchung rechtsseitiger Lungenbefund festgestellt. Mehrere Heilverfahren, auch Pneumothoraxbehandlung, zuletzt an Medikamenten erhalten: 17o g Neoteben, 367o g PAS, 42 g Konteben, 45o Tabletten Cycloserin und 5o g Stellamycin. Bei der Aufnahme rechtsseitig offene exsud.-kavernöse Lungentuberkulose. BSG 16/3o, Blutbild und Urinbefund o.B., EKG Sinusrhytmus, Linkstyp, Zeichen einer Innenschichtschädigung und Erregungsrückbildungsstörung. Keine manifeste kardiovasculäre Dekompensation. Lungenfunktionsprüfung zeigt mäßige Einschränkung der Ventilation (VK 21oo = 57%, AG 46,1o = 57%, Tiff.T. 15oo)

Nach entsprechender Vorbereitung am 25.5.65 Thorakotomie mit Resektion des rechten Oberlappens und Decortikation. Ende der Operation 11^{45}

25.5.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	12	16o	7o	
	15	13o	24	
	18	2oo	54	35o
26.5.65	7	39o	1oo	24o
	8	Durchleuchtungskontrolle zeigt gut ausgedehnte Lunge. Da noch geringe Exsudatentleerung weitere Belassung der Drainage		
	11	44o	24	4o

Die Drainage wird nach 24 Stunden entfernt. Abgesehen von geringem Temperaturanstieg am 2. bis 4. postoperativen Tag bis maximal 38,1°C, der nach Binotal schnell abklingt, glatter Verlauf, primäre Wundheilung. Tuberkulostatische Nachbehandlung. Abschließende Röntgenübersichtsaufnahme des Thorax o.B.

Fall 8: LOBEKTOMIE BEI SILIKOSE

43-jähriger Patient F.K. fühlt sich seit Anfang dieses Jahres nicht wohl, habe oft Frösteln und bei tiefer Inspiration Schmerzen oberhalb der linken Clavicula. Vor 8 Tagen Haemoptoe. Bei der stationären Aufnahme guter AZ, BSG 2o/42, im Differentialblutbild geringe Eosinophilie; sonst klinisch o.B. Röntgenologisch zigte sich ein raumfordernder Prozeß am oberen Hiluspol links mit teilweiser Kompression des Oberlappen- Bronchialsystems. Bronchoskopisch - peripherer Tumor im linken Oberlappen; Blutstraße. (wegen der peripheren Lage keine Probeexcision möglich) Bronchographisch - Schrumpfung des linken Oberlappens mit parahilärer Infiltration (Tumor). Herz und Kreis-

lauf o.B. Lungenfunktionsprüfung zeigt gute Atemfunktion (VK 264o=67%, AG 59,4o=72%, Tiff.T. 198o) Nach Vorbestrahlung mit Telekobalt (4o7o RHD) wurde nach vierwöchentlichem Abstand (der Patient hatte sich gut erholt, an Gewicht zugenommen, der Prozeß sich röntgenologisch zurückgebildet und die BSG war auf 5/17 zurückgegangen) am 28.6.65 thorakotomiert und der linke Oberlappen reseziert. Histologisch ergab sich ein kleinzelliges Bronchial- Carcinom des Oberlappens; die Probeexcision einer Hilusdrüse schiefrige, fibromatöse Fremdkörperreste. Ende der Operation 12^{30} Uhr.

	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
28.6.65	13^{h}	35o	2	
	16	4oo	3	
	18	43o	2	25o
29.6.65	7	4oo	2	o

8 Durchleuchtungskotrolle: völlig ausgedehnte Restlunge. Drainage wird nach 2o Stunden entfernt. Glatter postoperativer Verlauf, primäre Wundheilung. Auch die Telekobaltnachbestrahlung mit einer Herddosis von 3oooR wird gut vertragen; bis auf gewisse Mattigkeit und psychische Depression keine Komplikation. Abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B., Lungenfunktionsprüfung: noch leichte Funktionseinschränkung (VK 285o=71%, AG 5o,4o=6o%, Tiff. Test 249o)

Fall 9: DECORTIKATION

53- jähriger Patient G. T. Bei Autounfall im Juli vergangenen Jahres Frakturen der 3.,4. Rippe links, des linken Schulterblattes und der 6. und 9. Rippe rechts mit Hämatothorax links. Bei der Aufnahme zeigte sich ein stark deformierter Thorax, wobei die gesamte linke Thoraxhälfte eingesunken war;

nachschleppende Atmung. Stark abgeschwächtes Atemgeräusch bei verkürztem Klopfschall besonders lateral und basal. Röntgenologisch war neben Schrumpfung der linken Thoraxseite und Rippenserienfraktur eine ausgedehnte Pleuraverschwartung links sichtbar. Die Lungenfunktionsprüfung zeigte starke Einschränkung der Atemfunktion (VK 162o=49%, AG 2o,5o=34% und Tiff.Test 1o8o) BSG 25/56, Blutbild und Urinbefund o.B., RR 12o/7o, im EKG bei Sinusrythmus Linkstyp mit geringen Zeichen einer Erregungsrückbildungsstörung und Innenschichtschädigung; keine Zeichen einer Dekompensation. Am 15.7.65 Thorakotomie links und Decortikation. Ende der Operation 13^{15} Uhr.

15.7.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat	
	14^{h}	7o	52		
	15	8o	4o	38o	
	17	13o	84		
	19	17o	2oo	2oo	Temp 37,2
16.7.65	7	4oo	8	36o	
	12	5oo	1	o	

Durchleuchtungskontrolle zeigt voll ausgedehnte Lunge, Drainage wird 24 Stunden post operationem entfernt. Das am ersten postoperativen Tag abends bestehende Fieber von 38,2°C klingt in den nächsten Tagen unter Paraxin und Supracillin langsam ab, am 8. postoperativen Tag fieberfrei. Wiederholte Durchleuchtungskontrollen waren o.B. gewesen. Primäre Wundheilung. Unter intensiver Atemgymnastik gute Besserung der Lungenfunktion (VK 234o=72%, AG 6o,6o=97%, Tiff. T. 156o)

Fall 1o: BILOBEKTOMIE

38- jähriger Patient A. F. 1945 Feststellung einer rechtsseitigen Lungentuberkulose. Führen eines Pneumothorax von 1946 bis 195o. 195o Feststellung einer linksseitigen Lungentuber-

kulose und Führen eines linksseitigen Pneumothorax von 1950 bis 1954. 1962 Verschlechterung der rechtsseitigen Tuberkulose - ambulante Behandlung mit Neoteben und Cycloserin. Seit Juli 1964 Kur (30 g Streptomycin und PAS). Da keine völlige Heilung erzielt werden konnte Einweisung zur Operation. Bei der Aufnahme guter AZ, über dem rechten Oberfeld leichte Schallverkürzung, etwas unreines Atemgeräusch mit vereinzelt exspiratorischem Giemen und Knarren. Röntgenologisch zeigte sich ein indurativer Oberfeldspitzenprozeß rechts mit Kavernenbildung. Im Sputum waren säurefeste Stäbchen nachweisbar. Die Lungenfunktionsprüfung zeigte nur mäßige Einschränkung (VK 3240=77%, AG 66,80=72%, Tiff. T. 2220) BSG 41/78, im Blutbild geringe Linksverschiebung. Herz und Kreislauf o.B. Die Leberfunktionsproben ergaben eine deutliche Leberschädigung. Nach Vorbehandlung mit Gluronazid, Leberinfusion und zweimal wöchentlich Viozin am 28.7.65 Thorakotomie: Geringe Pleuraverschwartung in der Thoraxkuppel, der kavernöse Befund im Oberlappen griff im Lappenspalt auf den Mittellappen über. Zudem weitere kavernöse Befunde in beiden Lappen - daher Bilobektomie. Zur Vermeidung einer Thorakoplastik Phrenikusquetschung. Der Unterlappen war frei und dehnte sich gut aus. Ende der Operation 11^{45} Uhr

	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
28.7.65	13^{h}	450	18	
	16	500	2	
	19	500	1	300
29.7.65	7	500	1	250

Durchleuchtungskontrolle zeigte gut ausgedehnte Lunge, keine Sekretverhaltung. Drainage wird nach 24 Stunden entfernt

Im OP- Abstrich fanden sich Staphylokokken und Tb- Bakterien, histologisch eine kavernöse, zum Teil ausgedehnt schrumpfende Lungentuberkulose, sowie Bronchialwandtuberkulose. Der

postoperative Verlauf war komplikationslos. Weiterbehandlung mit 2o g Streptomycin, dann mit Viozin und Gluronazid. Bei der Entlassung BSG auf 18/39 zurückgegangen, Leberfunktionsproben o.B. Die Lungenfunktionsprüfung zeigte noch eine starke Einschränkung der Lungenfunktion - am Rande der Insuffizienz (VK 12oo=28%, AG 26,46=28% und Tiff. T. 78o)

Fall 11: PROBETHORAKOTOMIE

43- jähriger Patient F. G. Im März dieses Jahres bei Reihenuntersuchung linksseitiger Lungenbefund festgestellt, vom Lungenfacharzt als Tuberkulose diagnostiziert und mit INH und PAS behandelt. Nachdem bereits eine Kur angemeldet war, wegen Verdacht auf Malignom doch nach hier überwiesen. Der Patient klagte bei der Aufnahme über zeitweise bestehende geringe, weder genau lokalisierbare noch irgendwie zu charakterisierende Schmerzen und allgemeine Schlappheit. Kein Gewichtsverlust. Der Allgemeinzustand war altersentsprechend das Körpergewicht betrug 61 Kg. Klinisch zeigte sich etwas trockenes RG und Brummen im linken Unterfeld. BSG 12/36, RR 12o/6o, Blutbild und Urinbefund unauffällig. Im EKG inkompletter Schenkelblock,sonst o.B. Herz- und kreislaufmäßig keine Bedenken gegen operativen Eingriff. Lungenfuktionsprüfung zeigt gute Atemfunktion (VK 369o=116%, AG 69,4o=97%, Tiff. T. 252o) Am 22.6.65 Probethorakotomie - neben dem Mediastinaltumor zeigten sich bereits Metastasen sowie eine Pleuritis carcinomatosa. Ende der Operation $1o^{3o}$ Uhr.

22.6.65	Zeit	Sogstärke	Luftvol.	Exsudat
	11^{h}	2oo	16	
	13	24o	16	
	16	32o	9	12o
23.6.65	7	35o	o	o

Durchleuchtungskotrolle o.B. Drainage nach 2o Stunden entfernt. Postoperativer Verlauf, abgesehen von sub-

febrilen Temperaturen bis zum 3. postoperativen Tag, komplikationslos. Primäre Wundheilung, anschließend Telekobaltbestrahlung.

Nach Anführen dieser Einzelfälle werden im folgenden alle Messungen tabellarisch aufgezeigt und die aufgetretenen Komplikationen einzeln beschrieben.

2. TABELLEN UND GRAPHISCHE DARSTELLUNGEN MIT JEWEILIGEN ERLÄUTERUNGEN DER KOMPLIKATIONEN UND GEGENÜBERSTELLUNG LETZTERER MIT JENEN FRÜHERER JAHRE

SEGMENTRESEKTION

Patient	Alter	Geschl	Segment	Sogst	Luftvol	Exsudat	Drainage dauer
M.P.	21	m	1,21i	38o	73	47o	24
A.F.	3o	m	1,2,3li	3oo	98	4oo	2o
J.V.	19	f	Keilexc.	35o	7	4oo	2o
H.St.	23	m	1,2,6li	126	18	86o	2o
S.T.	21	f	1,21i	2oo	5o	65o	2o
P.K.	39	m	1,21i	29o	41	5oo	2o
H.F.	21	m	2,3re	25o	2o	115o	24
Mittelwert				27o	44	626	21 Std.

Bei dem Patienten H.St. wurde, nachdem die Lunge zunächst ausgedehnt war, am 6. postoperativen Tag geringe Ergußbildung festgestellt und durch Pleurapunktion (2oo ccm Exsudat) beseitigt. Der weitere Verlauf war komplikationslos.

LOBEKTOMIE - LINKER OBERLAPPEN

Patient	Alter	Geschl.	Sogstärke	Luftvol.	Exsud.	Drainagedauer
H.P.	45	m	29o	4o	(31oo	4 Tage)
K.F.	45	m	35o	45	5oo	2o Std.
G.H.	46	m	29o	35	126o	48
D.P.	21	m	19o	31	55o	2o
H.Sch.	23	f	35o	26	7oo	24
Mittelwert			294	35	75o	28 Std.

Wegen einer erheblichen Gerinnungsstörung bei dem Patienten H.P. mußte nach einer 4- tägigen Drainage noch mehrfach Exsudat abpunktiert werden. Der Verlauf war dann glatt, die abschließende Thoraxübersichtsaufnahme o.B. Wegen der vorliegenden Gerinnungsstörung wurde dieser Fall von der Ermittlung der durchschnittlichen Drainagezeit ausgeschlossen. Eine bei dem Patienten D.P. aufgetretene kleine Atelektase konnte durch endotracheales Absaugen behoben werden.

LOBEKTOMIE - RECHTER OBERLAPPEN

Patient	Alter	Geschl.	Sogstärke	Luftvol.	Exsud.	Drainaged.
R.R.	3o	m	3oo	4o	32o	2o Std.
M.G.	25	f	28o	25	58o	2o
E.Ch.	3o	m	3oo	18	8oo	24
L.H.	42	f	28o	25	8oo	2o
W.K.	3o	m	34o	12oo	25oo	(72)
L.M.	4o	m	23o	53o	3oo	24
G.R.	1o	m	3oo	13	1oo	24
U.K.	25	f	15o	75	8oo	24
R.M.	29	m	22o	24	75o	2o
W.H.	24	m	28o	2o	64o	2o
J.D.	52	m	12o	85	118o	(72)
E.B.	26	m	24o	45	86o	24
H.B.	3o	m	15o	3oo	128o	48
G.St.	34	m	33o	3o	6oo	24
Mittelwert			24o	173	82o	24 Std.

Bei dem Patienten W.K. war der postoperative Verlauf kompliziert durch eine Atelektase im Bereich des 6er- Segmentes und geringe Ergußbildung. Die Atelektase war bereits auf der direkt im Anschluß an die Operation angefertigten Röntgenaufnahme sichtbar und wahrscheinlich durch ungenügendes endotracheales Blähen post operationem bedingt. Zur Behebung dieser Atelektase wurde die Saugdrainage länger als sonst belassen. Die Lunge war am 3. postoperativen Tag wieder voll

ausgedehnt. Am 7. postoperativen Tag wurde ein kleiner Resterguß von 18o ccm durch Pleurapunktion beseitigt. Der weitere Verlauf war glatt.
Bei dem Patienten J.D. mußte die Drainage ebenfalls 72 Stunden liegen, da sich der kleingeschrumpft veränderte Mittellappen nur schwer zur Ausdehnung bringen ließ. Die noch nach Entfernen der Drainage weiterbestehende Teilatelektase des Mittellappens wurde später auf bronchoskopischem Wege gezielt gebläht. Die abschließende Röntgenübersichtsaufnahme war o.B.
Beide eben beschriebene Fälle wurden von der Ermittlung der mittleren Drainagedauer ausgenommen.
Bei dem Patienten H.B. mußte am 6. postoperativen Tag ein kleines Haematom (18o ccm) durch Pleurapunktion beseitigt werden.

LOBEKTOMIE - RECHTER UNTERLAPPEN

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
R.Sch.	27	m	31o	18	75o	2o
G.L.	36	m	28o	18	26o	24
Mittelwert			295	18	5o5	22 Std.

Bei dem Patienten G.L., der wegen chronischer Indurationspneumonie operiert worden war, bildete sich unter subfebrilen Temperaturen ein kleiner Erguß, der durch Pleurapunktion beseitigt werden konnte. Ausheilung mit geringen Verwachsungen im Sinusbereich.

LOBEKTOMIE - LINKER UNTERLAPPEN

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
S.G.	21	f	34o	11	5oo	24
E.St.	32	m	33o	13	65o	2o
Mittelwert			335	12	757	22 Std.

Beide postoperativen Verläufe waren komplikationslos.

LOBEKTOMIE + SEGMENTRESEKTION

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
R.E.	31	f	337	2o	8oo	48
S.L.	23	m	145	23	135o	48
Mittelwert			241	22	1o75	48 Std.

Beide Operationen waren Oberlappenresektionen mit Entfernung des 6- Segmentes. Wegen ungenügender Überwachung der Saugdrainage bei der Patientin R.E. kam es in der ersten Nacht nach der Operation zur Verstopfung des Drainageschlauches und zur röntgenologisch sichtbaren Verschattung der entsprechenden Thoraxseite. Durch wiederholtes Abpunktieren konnte die Lunge zur Ausdehnung gebracht werden und der weitere postoperative Verlauf war glatt.

LOBEKTOMIE BEI EMPHYSEM

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
J.A.	52	m	29o	772	14oo	48
M.A.	36	f	23o	54	59o	24
A.R.	49	f	18o	73	25o	24
A.M.	51	m	233	42	18oo	48
Mittelwert			23o	27o	1o1o	36 Std.

Eine bei dem Patienten J.A. kurz nach der Operation nachweisbare Atelektase des Mittellappens konnte durch endobronchiale Absaugung beseitigt werden. Die abschließende Thoraxübersichtsaufnahme war o.B.

Bei der Patientin A.R. war am 6. postoperativen Tag ein geringer Pneumothorax sichtbar (möglicherweise war durch stärkeren Hustenstoß eine Emphysemblase geplatzt), der durch Anlegen einer Bülau- Drainage in 2 Tagen behoben war. Der weitere postoperative Verlauf war glatt.

Bei dem Patienten A.M. mußte ein kleiner Erguß durch Pleurapunktion beseitigt werden.

LOBEKTOMIE BEI SILIKOSE

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
L.A.	37	m	32o	337	1o8o	48
A.K.	43	m	4oo	53	25o	22
Mittelwert			36o	195	83o	3o Std.

Bei dem Patienten L.A. mußte eine geringgradige atelektatische Verschattung durch endotracheales Absaugen behoben werden, danach glatter postoperativer Verlauf.

DECORTIKATION

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
G.T.	54	m	28o	69	95o	19 Std.

Glatter postoperativer Verlauf.

BILOBEKTOMIE

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
A.F.	38	m	48o	7	55o	24
M.L.	4o	m	49o	57	1o2o	72
Mittelwert			485	32	785	48 Std.

Bei dem Patienten M.L. bestanden starke Verwachsungen im Bereich der Thoraxkuppel, diese wurden gelöst, Ober- und Mittellappen entfernt, nach Decortikation des Unterlappens Keilexcision aus diesem und anschließend eine Thorakoplastik 2-5 angelegt. Nachdem die Restlunge am 3. postoperativen Tag gut ausgedehnt und der Drainageschlauch entfernt worden war, trat am 4. postoperativen Tag eine kleine Atelektase auf, die durch endotracheales Absaugen behoben werden konnte. Der weitere Verlauf war glatt.

PROBETHORAKOTOMIE

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
F.G.	43	m	25o	14	42o	2o
G.J.	45	m	24o	45	115o	2o
Mittelwert			245	3o	785	2o Std.

Eine weiter Probethorakotomie wurde bei dem Patienten F.G. vorgenommen, der an Chylothorax mit Retraktion der Lunge und Pleuracarcinose litt. Bei diesem war die Lunge nach 24 Stunden noch nicht ganz ausgedehnt und der Drainageschlauch wurde demzufolge, ebenso wie bei folgendem Fall von rezidivierendem Pneumothorax (Patient W.B.), erst nach 48 Stunden gezogen.

Patient	Alter	Eingriff	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
F.G.	73	Probeth.	28o	128	75o	48
W.B.	4o	Pleurodese	276	14	o	48
Mittelwert			287	114	75o	48 Std.

Bei dem Patienten F.G. lief nach gewisser Zeit die Chylusflüssigkeit nach und machte wiederholte Pleurapunktionen notwendig. An Niereninsuffiziens sowie Herz- und Kreislaufversagen kam der marastische Patient ad exitum.

TUMOREXSTIRPATION

Patient	Alter	Geschl.	Sogst.	Luftvol.	Exsudat	Drainaged.
J.H.	54	m	22o	96	3oo	2o Std.

Glatter postoperativer Verlauf.

Nach Anführen dieser 46 untersuchten Fälle im einzelnen wird in der folgenden Tabelle eine Zusammenstellung der eingetretenen Komplikationen, verteilt auf die verschiedenen Eingriffe, wiedergegeben und in einer anschließenden Übersicht den Komplikationen von 1953 bis Mai 58, Mai 58 bis 61 und von 1961 bis 64 gegenübergestellt.

Eingriff	Zahl d. Fälle	ohne Kompl.	KOMPLIKATIONEN			Todesf.
			vorübergehend		bleibend	
			Pl.-Erguß	Atelektase	Empyem Resthöhle	
SEGMENT-RESEKT.	7	6	1	o	o	o
LOBEKT. OL re	14	11	2	2	o	o
LOBEKT. OL li	5	3	1	1	o	o
LOBEKT. UL re	2	1	1	o	o	o
LOBEKT. UL li	2	2	o	o	o	o
LOB. + SEG.-RES.	2	1	1	1	o	o
LOB. bei EMPHYSEM	4	1	1	1 und 1 kleiner Pneumoth.		
LOB. bei SILIKOSE	2	1	o	1	o	o
DECORTI-KATION	1	1	o	o	o	o
BILOBEK-TOMIE	2	1	o	1	o	o
PROBETHO-RAKOTOMIE	3	2	o	o	o	1
TUMOREX-STIRPAT.	1	1	o	o	o	o
PLEURO-DESE	1	1	o	o	o	o
GESAMT	46	32	7	7	o	1

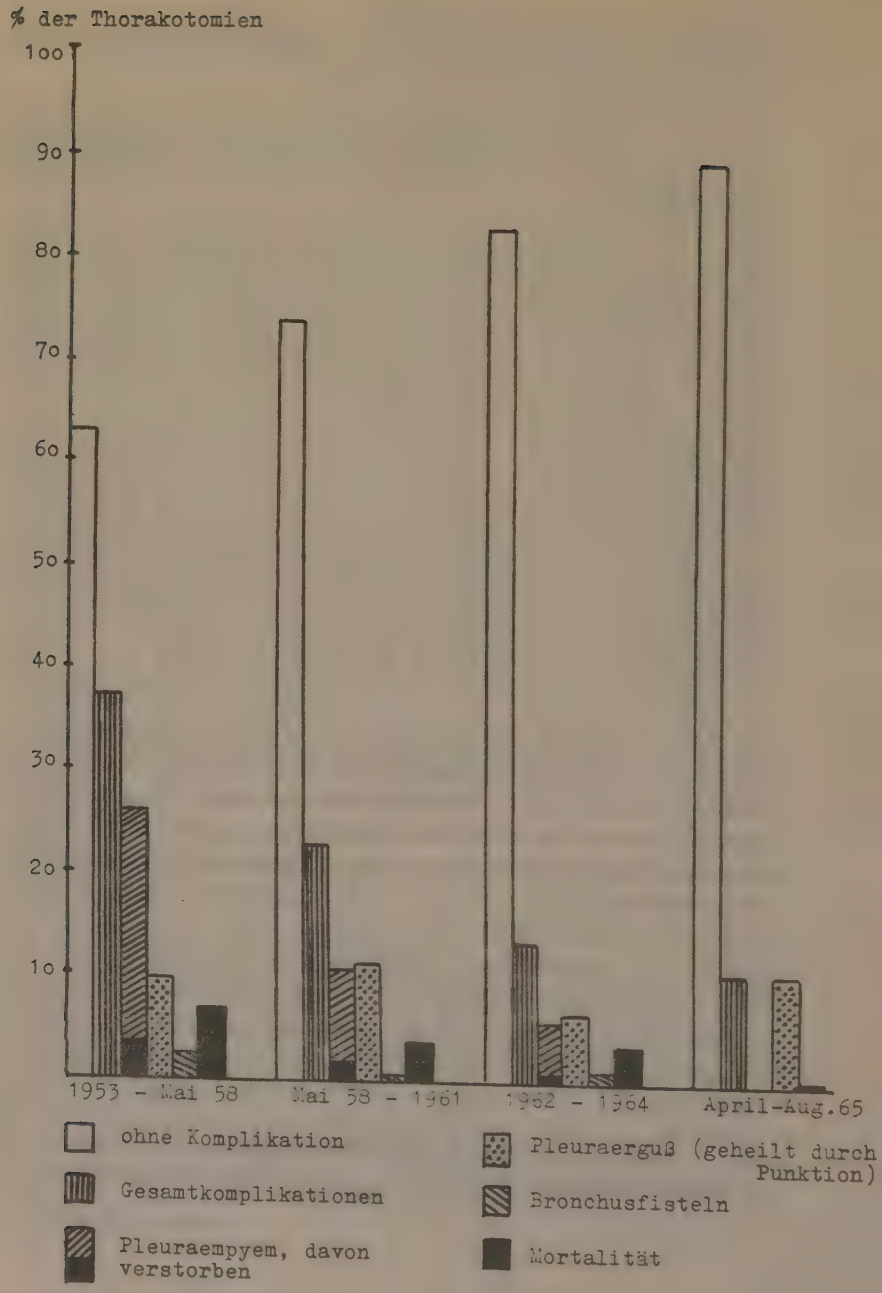
Wie bereits im einzelnen beschrieben, konnten alle postoperativ aufgetretenen Pleuraergüsse durch Pleurapunktion und alle Atelektasen durch endotracheales Absaugen oder, wie es in einem Fall von bereits vor dem Eingriff bestandener Schrumpfung des Mittellappens notwendig war, durch bronchoskopische Absaugung und nachfolgende aktive Blähung beseitigt werden. In zwei Fällen traten Erguß und Atelektase gemeinsam auf. Bezüglich des kleinen Pneumothorax und des Todesfalles wurde im vorigen berichtet.

Es folgt die Gegenüberstellung der Komplikationen zu denjenigen der Vorjahre :

	1953-Mai 58	Mai 1958-61	1962-1964	April-Aug.65
Gesamtzahl d. Operationen	55o	522	395	46
ohne Komplikation	3o5=55,5%	384=73,6%	327=82,7%	32=84,8%
Pleuraerguß, Resth.,Fistel	2o7=37,6%	117=22,4%	53=13,4%	7=15,2%
Pleuraerguß,geheilt d. Punkt.	53=9,7%	59=11,3%	29=7,3%	7=15,2%
Empyem, Resthöhle, Drainage oder Operation	14o=25,4%	57=1o,9%	21=5,3%	o
Bronchusfistel Drainage oder Operation	14=2,7%	1=o,1%	2=o,5%	o
Todesfälle	38=6,9%	21=4,o%	14=3,5%	1=2,1%
Todesursache: Empyem	19=3,4%	9=1,7%	1=o,2%	o
andere Todesursache	19=3,4%	12=2,3%	13=3,2%	1=2,1%

Aus dieser Tabelle wird deutlich ersichtlich, daß nach Einführen der Doppelschlauchdrainage im Mai 1958 die Pleurakomplikationen erheblich zurückgingen und zwar besonders die Empyem- Resthöhlen mit ihrer hohen Mortalität und die Bronchusinsuffiziens. Neben besserer technischer Versorgung des Bronchusstumpfes spielt für beide Komplikationen die Infektion eine entscheidende Rolle. Diese glauben wir durch Verkürzung der Drainagezeit, was durch die Doppelschlauch- Drainage möglich ist, erfolgreich bekämpfen zu können. Vermehrt auftretende Pleuraergüsse werden dabei in Kauf genommen; diese sind meist ohne Schwierigkeit durch Pleuradrainage zu beseitigen.

In folgender graphischer Darstellung kommt die gegebene tabellarische Übersicht nochmals zur Veranschaulichung :


% der Thorakotomien
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
1953 - Mai 58
Mai 58 - 1961
1962 - 1964
April-Aug.65
ohne Komplikation
Gesamtkomplikationen
Pleuraempyem, davon verstorben
Pleuraerguß (geheilt durch Punktion)
Bronchusfisteln
Mortalität

Die folgende Tabelle bringt eine Übersicht von angewandter Sogstärke und Dauer der Drainage. Es wird für jede Operationsart, d.h. Ausdehnung und Umfang von reseziertem Lungengewebe, ein errechneter Mittelwert für Sogstärke, Luftvolumen, Exsudatmenge und Drainagedauer angegeben.

Operation	Sogstärke mm/H_2O	Luftvol. ccm/Min.	Exsudat ccm	Drainagedauer Std.
Probethorakotomie	21o	62	773	2o
Thorakotomie, Tumorexstirp.	22o	96	3oo	2o
Lobektomie b. Emphysem	23o	27o	1o1o	36
Lobektomie re Oberlappen	24o	115	74o	24
Lobektomie + Seg.-Resekt.	24o	22	1o75	48
Segmentresektion	27o	47	576	21
Decortikation, Pleurodese	28o	69	95o	19
Lobektomie re Unterlappen	295	16	575	22
Lobektomie li Oberlappen	296	34	84o	28
Lobektomie b. Silikose	36o	13oo	83o	3o
Bilobektomie	45o	2o	785	48
Mittelwert	28o	172	77o	3o

Die einzustellende Sogstärke ist, wie das Ergebnis der Messungen im groben zeigt, verschieden je nach Operationsart und Krankheitsbefund. Bei einer Tumorexstirpation beispielsweise ist ein geringerer Sog anzuwenden als bei einer Lobektomie, bei einer Lobektomie bei Silikose ein stärkerer als bei gleicher Operation bei einem Emphysematiker. Während bei der Probethorakotomie eine Sogstärke von 21o mm/H_2O ausreichend war, mußte bei der Bilobektomie eine von 45o mm/H_2O angewandt werden. - Folgende Abbildung veranschaulicht Gesagtes

Sogstärke in mm H_2O
500
400
300
200
100
Probethoracotomie
Tumorexstirpation
Lobekt. bei Emphysem
Lobektomie - OL re.
Lobekt. + Seg.- Res.
Segment - Resektion
Decortikation
Lobektomie - UL re.
Lobektomie - OL li.
Lobektomie bei Silikose
Bilobektomie

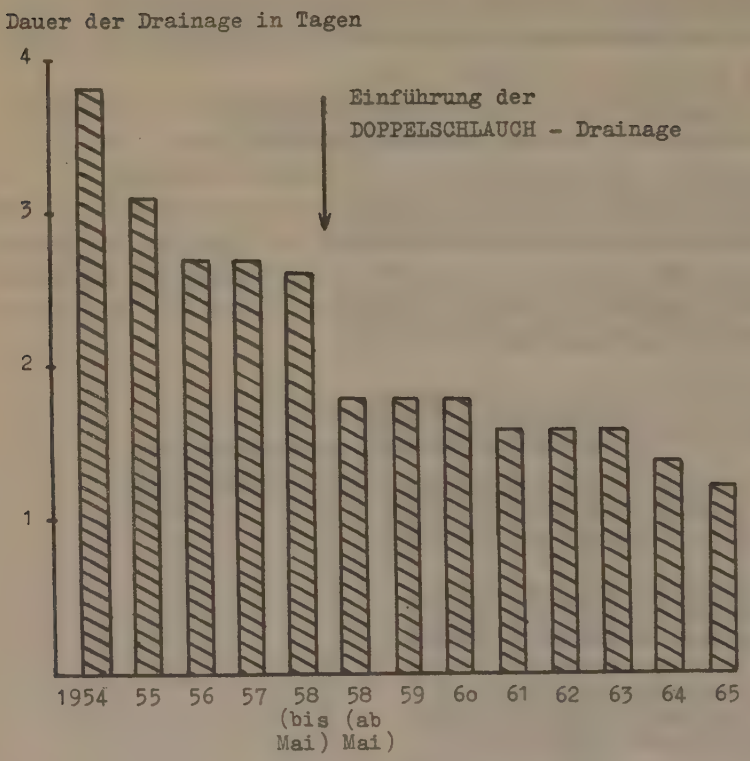
Eine Abhängigkeit des geförderten Luftvolumens sowie der Exsudatmenge von der Operationsart war nicht in dem Maße ersichtlich, hier kommt es vielmehr auf die sorgfältige Versorgung der Wundfläche an. Auch die Dauer der Drainage zeigte keine vakante Abhängigkeit von der Operationsart, ebensowenig wie Geschlecht und Alter des Patienten auf die Sogstärke einen Einfluß erkennen ließen.
Die durchschnittliche Verweildauer der Drainage konnte auf 3o Stunden (1,2 Tage) und damit auf mehr als 1/3 der Zeit gegenüber den Saugformen von 1954 verkürzt werden.
Die folgende Tabelle zeigt eindeutig die Verkürzung der Drainagedauer, besonders nach Einführen der Doppelschlauchdrainage im Mai 1958 und die weitere Verbesserung dieses wesentlichen Faktors, der erheblich zur Reduzierung der Pleurainfektion beigetragen hat.

DRAINAGEDAUER

	Tage	Mittelwert
1953	3	3,2
1954	3-4	3,8
1955	3	3,1
1956	2-3	2,7
1957	2-3	2,7
1958	2-3	2,6
ab Mai 1958	1-2	1,8
1959	1-2	1,8
196o	1-2	1,8
1961	1-2	1,6
1962	1-2	1,6
1963	1-2	1,6
1964	1-2	1,4
1965	1-2	1,2

In folgender graphischen Darstellung kommt vorausgegangene

Tabelle zur Veranschaulichung :



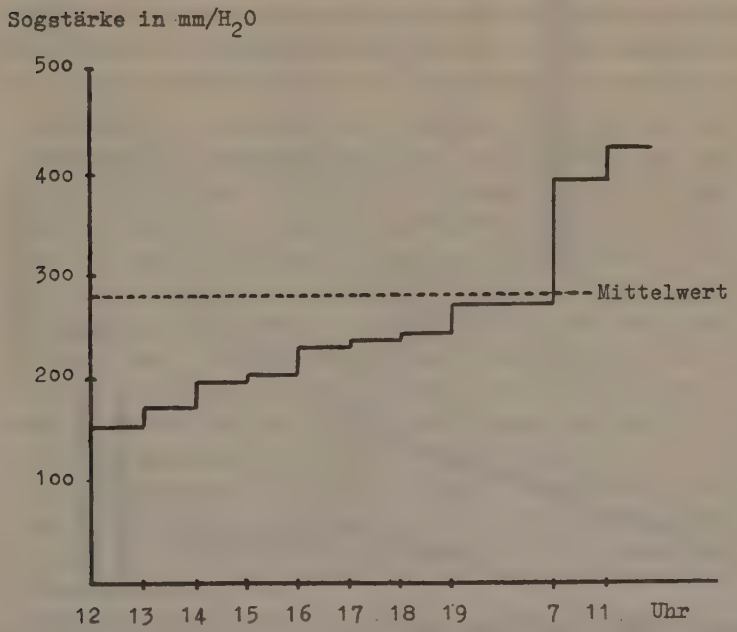
Aus den stündlichen postoperativen Messungen der Sogstärke ergab sich weiterhin, daß man zunächst mit geringeren Unterdrucken saugt und damit ein Verkleben der kleinen Bronchien im Bereich der Parenchymdefekte abwartet, um dann, wenn die Flußmenge von Luft und Exsudatmenge zurückgegangen ist, mit stärkerem Sog die Verklebung der Pleurablätter zu errei-

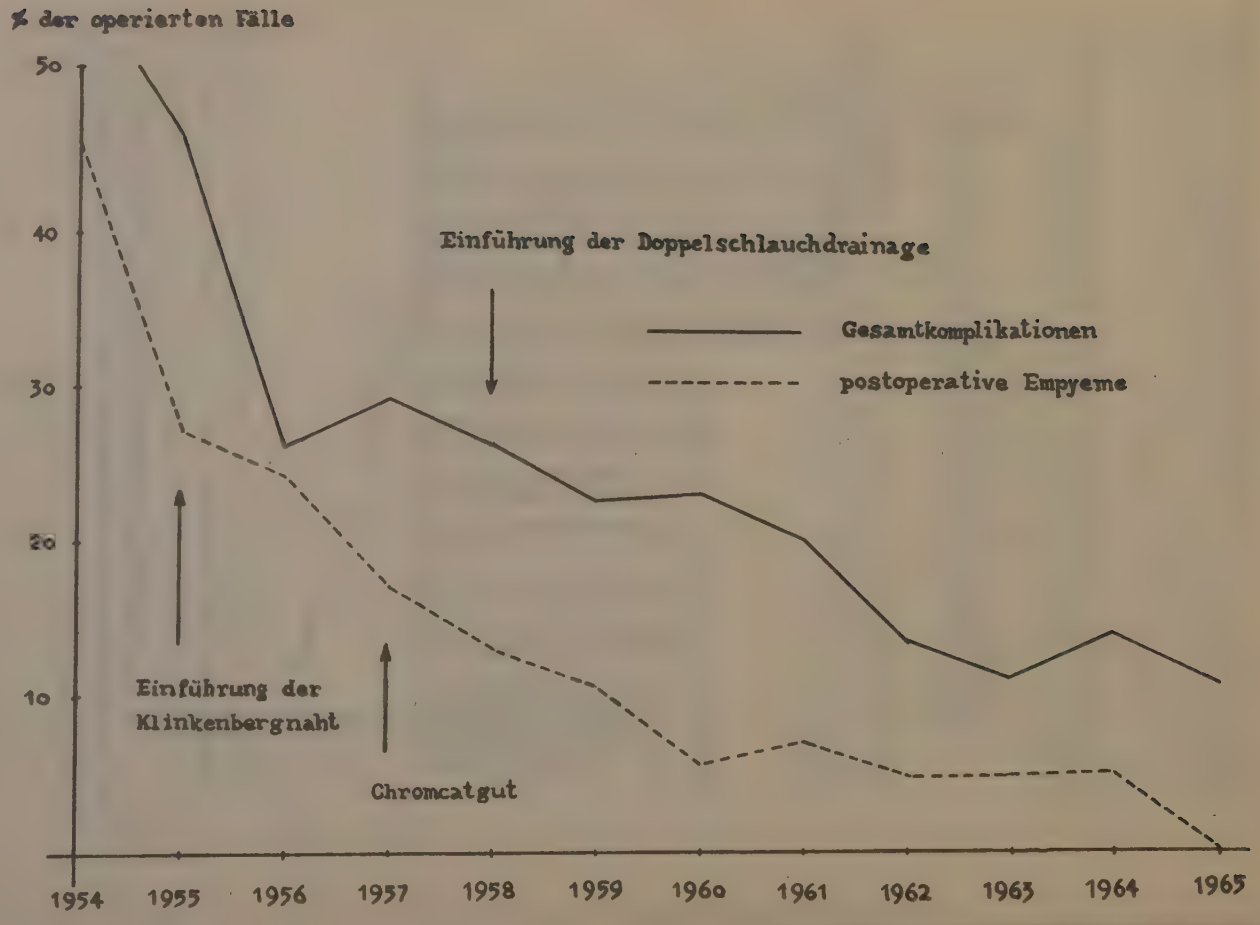
chen. Der am Abend des Operationstages erreichte Sog (siehe folgende im Mittelwert errechnete Aufführung) wurde in seiner Stärke die folgende Nacht über belassen, um am nächsten Morgen weiterhin erhöht zu werden.

4.TABELLE UND GRAPHISCHE DARSTELLUNG ÜBER ANZUWENDENDE SOGSTÄRKE IM VERLAUF DER ERSTEN POSTOPERATIVEN STUNDEN.

Uhrzeit	12	13	14	15	16	17	18	19	7	11
Sogst.	150	170	195	200	230	235	240	270	390	420

Zur Veranschaulichung der Steigerung der Sogstärke in den ersten postoperativen Stunden folgende graphische Darstellung :




% der operierten Fälle
50
40
30
20
10
Einführung der Doppelschlauchdrainage
Gesamtkomplikationen
postoperative Empyeme
Einführung der Klinkenbergnaht
Chromcatgut
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965

E

DISKUSSION DER MESSERGEBNISSE

Die Messungen von Druck- und Volumenverhältnissen bei der doppelläufigen Saugdrainage wurden in der Zeit von April bis August 1965 an allen in dieser Zeit anfallenden Thorakotomien vorgenommen. Die insgesamt 46 Fälle verteilen sich auf die einzelnen Eingriffe wie folgt : 7 Segment- Resektionen, 14 Lobektomien- rechter Oberlappen, 5 Lobektomien- linker Oberlappen, 2 Lobektomien- linker Unterlappen, 2 Lobektomien + Segment- Resektion, 4 Lobektomien bei Emphysem, 2 Lobektomien bei Silikose, 1 Decortikation, 2 Bilobektomien, 3 Probethorakotomien, 1 Thorakotomie mit Tumorexstirpation und 1 Pleurodese. 32 Operationen verliefen völlig komplikationslos. In 14 Fällen traten vorübergehende Komplikationen und zwar je 7 Pleuraergüsse und Atelektasen auf. In 2 Fällen traten Erguß und Atelektase gemeinsam auf. Eine Empyem- Resthöhle komplizierte in keinem einzigen Falle. 1 Patient kam bei allgemeiner Tumorkachexie im Herz- und Kreislaufversagen ad exitum.

Verglichen mit Thorakotomien früherer Jahre war bei deutlichem Rückgang der Gesamtkomplikationen (von 37,6% in der Zeit von 1953- Mai 1958 auf 15,2%) eine besonders starke Abnahme der Empyem- Resthöhlen von25,4% auf 5,3% (1962 - 64) und in der Zeit von April - August 65 sogar auf o ersichtlich. Dieser erfreuliche Erfolg ging etwas auf Kosten der Pleuraergüsse, die von 9,7% im Jahre 1953 auf 15,2% angestiegen sind, was aber gerne in Kauf genommen wurde, da die Restergüsse ohne Schwierigkeit durch Pleurapunktion beherrscht werden konnten. Sie stellen ebenso wie die postoperativ aufgetretenen Atelektasen, die alle durch endotracheales Absaugen - oder, wie es in einem Fall von bereits vor dem Eingriff bestandener Schrumpfung des Mittellappens notwendig war, durch bronchoskopisch gezielte Blähung - beseitigt werden konnten, keine ernsthafte Komplikation dar.

Die Saugdrainage wurde so schnell wie möglich nach der Operation angebracht. Zunächst wurde mit geringer Sogstärke gear-

beitet und dann nach Verkleben der kleinen Bronchen im Bereich der Parenchymdefekte und Rückgang der Flußmenge von Exsudat und Luft langsam gesteigert. Im Durchschnitt wurde mit einer Sogstärke von 150 mm/H_2O begonnen, bis zum Abend des Operationstages auf durchschnittlich 270 mm/H_2O erhöht, die folgende Nacht hindurch mit diesem Unterdruck weitergesaugt und am nächsten Morgen über 390 mm/H_2O bis nötigenfalls auf durchschnittlich 420 mm/H_2O gesteigert. Zur Erhaltung der Durchgängigkeit der Drainage wurde wiederholt routinemäßig und im Bedarfsfalle durch starken Sog (über 500 mm/H_2O) bei offenem (und zwar n u r bei offenem) Nebenschluß, d.h. durch "Saugen im Luftstrom", der Drainageschlauch "gespült".
Auf Grund der Meßergebnisse zeigte sich im groben eine Abhängigkeit der anzuwendenden Sogstärke von Operationsart und Krankheitsbefund. Während bei einer Probethorakotomie eine mittlere Sogstärke von 210 mm/H_2O ausreichte, um die Lunge rasch und vollständig zur Wiederausdehnung zu bringen, bedurfte eine Lobektomie bei einem Emphysematiker 230-, eine Lobektomie + Segment- Resektion 240-, eine Lobektomie bei Silikose 360- und eine Bilobektomie 450 mm/H_2O. Unterschiedlich waren auch die Sogstärken bei den verschiedenen Lobektomien, je nachdem welcher Lappen entfernt worden war. Bei der Lobektomie des rechten Oberlappens zeigte sich beispielsweise eine etwas niedrigere Sogstärke als bei Entfernung der Unterlappen für ausreichend. Die in der Tabelle angeführte Reihenfolge der Operationsarten nach zunehmender Sogstärke kann keinen Anspruch auf absolute Gültigkeit stellen, dafür sind die einzelnen Operationsarten durch zu wenige Fälle belegt. Es ist lediglich eine grobe Orientierung möglich, die aber doch gute Anhaltspunkte gewährt.
Insgesamt zeigte sich nach unseren Messungen eine mittlere Sogstärke von 280 mm/H_2O, ein gefördertes Luftvolumen von 172 ccm/Min., eine Exsudatmenge von 770 ccm und eine durchschnittliche Drainagezeit von 30 Stunden.

F
ZUSAMMENFASSUNG

Nach kurzer Einleitung wurde ein Überblick über die geschichtliche Entwicklung der Lungenchirurgie von den frühen Anfängen bis zum heutigen Stand gegeben. Es folgt eine Darlegung der Heilung von Lungenwunden sowie der möglichen postoperativen Pleurakomplikationen, wobei auf die postoperative Infektion der Pleurahöhle etwas ausführlicher eingegangen wird. Von den postoperativen Überwachungs- und Nachbehandlungsmethoden wird die uns sehr wesentlich erscheinende Pleuradrainage eingehend besprochen. Sie ist eine planmäßige, aktive Behandlung , die neben besserer Stellung der Indikation, Verbesserung der Operationstechnik und antibiotischem Schutz entscheidend zur Verhütung der bronchopleuralen Komplikationen beigetragen hat. Die Aufgabe der Thoraxdrainage ist, für eine möglichst rasche und vollständige Ausdehnung des erhaltenen Lungengewebes zu sorgen und gleichzeitig Luft, Exsudat und Blut aus dem Thoraxraum zu entfernen. Der bleibende "tote Raum" würde eine gute Sammelstelle für infizierbares Material bilden, zudem wird durch das Vorhandensein von Luft in der Resthöhle, d.h. durch Änderung des "negativen Druckes" die große Resistenz der Pleura gemindert, wenn nicht gar aufgehoben, wodurch die Gefahr der Infektion gesteigert würde. Weiterhin würden Luft und Exsudatansammlung zu gefährlichen Verdrängungserscheinungen von Restlunge mit Atelektasenbildung, Mediastinum und Herz hervorrufen.
Um die nach Teilresektionen der Lunge verbleibende Resthöhle rasch zu verkleinern und eine optimale Ausdehnung der Restlunge zu erreichen scheint uns eine Saugdrainage, mit deren Hilfe ein gesteigerter negativer Druck in der Thoraxhöhle erzielt werden kann, für das Geeignetste. Die Drainage muß so früh wie möglich beginnen und so wirksam und kurzzeitig wie möglich gestaltet sein.
In der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg wird seit Mai 1958 eine für die Thoraxverhältnisse umgewandelte Metho-

de einer Doppelschlauchdrainage angewandt.Um die sehr schnell eintretende Verklebung der Wundfläche mit der von Joannides beschriebenen wasser- und luftdichten Kittsubstanz abzuwarten, saugen wir - Sogstärke und Sogmenge der Drainage sind variierbar - zunächst mit nur geringem Unterdruck, um dann nach Zurückgehen der Flußmenge von Luft und Exsudat mit stärkerem Sog eine völlige Ausdehnung der Lunge mit Aneinanderlegen und Verkleben der Pleurablätter zu bewirken. Die zunächst bei dem nur geringen "Unterdruck" der Saugdrainage bestehenbleibenden atelektatischen Wundränder wirken sich eher günstig auf das Heilungsergebnis aus, da dann das die Wundfläche bedeckende Exsudat geringer ist und das Narbengebiet, welches nicht mehr voll funktionsfähig wird, kleiner bleibt. Es wird so eine größere Atmungsfähigkeit wieder hergestellt.
Die durchschnittliche Sogstärke, die je nach Operationsart und Krankheitsbefund etwas variierte, beträgt nach unseren Messungen 280 mm H_2O. Stärkere Unterdrucke, bis zu über 500 mm H_2O, wurden nur bei offenem Nebenschluß zur Spülung der Drainage angewandt. Bis auf eine durch Unachtsamkeit verursachte Verstopfung des Drainageschlauches konnte bei allen angegebenen Patienten die Drainage durchgängig und damit bis zur Wiederausdehnung der Lunge wirksam gehalten werden.
Mit Hilfe dieser angeführten Drainage wurde eine deutliche Herabsetzung der Pleurakomplikationen, wie Gegenüberstellungen zu früheren Jahren zeigen, erreicht. Sehr wesentlich erscheint uns, neben oben erwähnten Faktoren, die Tatsache, daß die Verweildauer des Drainageschlauches auf über 1/3 der Zeit gegenüber früher reduziert werden konnte. Damit wird eine sehr wichtige Infektionsquelle, nämlich die Aszension von Bakterien bei tagelanger Thoraxdrainage, die zum gefährlichen Pleuraempyem führen kann, wirksam angegangen. Die postoperativen Empyeme sind weit über die Hälfte zurückgegangen. Bei anhaltender Sekretion nach Entfernen der Drainage, die letzten Endes zur Erhöhung der "natürlichen Resistenz", d.h. zur Vernichtung eventuell vorhandener Bakterien beiträgt, wurden entstandene Restergüsse nach einigen Tagen

durch Pleurapunktion beseitigt.
Wir glauben mit dieser doppelläufigen Saugdrainage eine sehr wirksame Verhütungsmaßnahme postoperativer bronchopleuraler Komplikationen gefunden zu haben.

Herrn Professor Dr. med. H.J. V I E R E C K danke ich herzlich für die freundliche Überlassung des Themas und seine ständige Bereitschaft, die gestellte Aufgabe zu beraten.

Herrn Professor Dr. med. W. W A C H S M U T H danke ich für die Übernahme des Korreferates.

LITERATURVERZEICHNIS

1. Adams H. The management of empyema. Surg. chir. N. amer. 19, 751-758 (1939)
2. Adelberger L. Thor. Chir. Stuttgart 4, 191-193 (1956)
3. Alexander J. zit. n. Zenker und Nissen
4. Amschler H. Die chirurgischen Behandlungsmaßnahmen bei Lungentuberkulose und ihren pleuralen Komplikationen. Neue Z. ärztlicher Fortbildg. N.F. 2, 913-918, 991-1oo5 (1959) N.F. 3, 44-48, 128-137, 2o5-214, 292-297 (196o)
5. Antelewa N.W. Les traitment des empyèmes par la mèthode Wischnewsky. Vestn. chir. 61, 471-475 (1941)
6. Aubert zit. n. von Brücke
7. Auer u. Melzer Continous respiration without respiratory movements. Journal of exper. Med. 11, 622 (19o9)
8. Bally C.H. zit. n. Zenker
9. Bauer zit. n. Grunert
1o. Biancala L. Lungenatelektasen nach Lungenoperationen. Atti 3. Congr. naz. Chir.torac. 1, 97-193 (1952)
1o a. Blaha Beitr. Kli. Tbc. 92, 455 u. 459 und 94 449-463
11. Bloxom A.D. Empyema: a method of treatment with continous irrigation and drainage. J. Thor. Surg., p. 698, Ang. 1937
12. Brauer L. Die Ausschaltung der Pneumothoraxfolgen mit Hilfe des Überdruckverfahrens. Mitt. Grenzbl. Med. chir. Jena 13, 483 (19o4)
13. Brücke von Prinzip und Technik des Saugens im Luftstrom. Lgb. Arch. klin. Chir. 289, 146 (1958)

14. Bruni u. Carato — Le complicanze postoperatorie prencoci in chirurgia toracica. gazz. int. Med. Chir., 65, 1557-1578 (1960)
15. Brunn — zit. n. Zenker u. Nissen
16. Brunner A. — Wunden am Thorax. Pleurale Wundbehandlung.
17. Brunner A. — zit n. Zenker
18. Bülau G. — Für die Heberdrainage bei der Behandlung des Empyems. Zeitschr. f. klin. Med. 18, 31 (1891)
19. Churchill E.D. Belsey R. — Segmental pneumonektomie in bronchiektasis, the lingulasegment of the left upper lobe. Am. Surg. 109, 81 (1939)
20. Churchill E.D. — zit. n. Zenker u. Nissen
21. Cohnheim u. Werlch — zit. n. Gluck
22. Cooper — zit. n. Sauerbruch
23. Corylios — zit. n. Zenker
24. Dawies — zit. n. Zenker
25. Denk — zit. n. Grunert
26. Derra E. — Handbuch der Thoraxchirurgie, Springer-Verlag 1958, Bd. 1 u. 2
27. Derra E. — Tbc. Arzt 6, 637 (1952)
28. Derra E. — zit. n. Grunert u. Zenker
29. Donders — zit. n. Bülau
30. Dupuytren — zit. n. Sauerbruch
31. Eerland L.D. — Die Resektionstherapie der Lungentuberkulose. Beitr. Klin. Tub. 111, 191 (1954)
32. Eerland L.D. — Die Resektionstherapie der Lungentuberkulose. Thor. Chir. 1, 291 (1953)
33. Eerland L.D. — zit. n. v. Brücke u. Zenker
34. Euryphon v. Knidos — zit. n. Sauerbruch
35. Faure — zit. n. Sauerbruch
36. Fick W. — Die perkostale Drainage in der Kriegschir. Zbl. chir. Nr. 69, Nr. 9 (1942)

37. Flach u. Heuck — Klin. u. experiment. Beitrag zur Frage d. cutaneo- pulmon. Segmentreaktion. Zbl. Ch. 77, 1529-1533 (1952)
38. Frey E.K. — zit. n. Zenker u. Grunert
39. Friedländer — zit. n. Hadlich
40. Garrè u. Quinke — Grundriß der Lungenchirurgie. Jena 1903
41. Gierhake F.W. — Postoperative Lungenkomplikationen und Staphylokokkenhospitalismus. 74. Tag. Deutsch. Ges. f. Chir. Zeitschr. f. Chir. 287, 97-102 (1957)
42. Gläser — zit. n. Bülau
43. Gluck u. Biondi — Berl. klin. Wschr. 18, 645 (1881)
44. Goetze O. — zit. n. Grunert
45. Gohrbandt — zit. n. Grunert
46. Graham E.A. Bell R.D. — Open pneumothorax. Its relation to the treatment of acute empyema. Ann. J. Med. 156, 839 (1918)
47. Graham E.A. Berck — Prinziples and details in the treatment of acute empyema. Ann. Surg. 98, 520 (1953)
48. Grawitz — zit. n. Noetzel
49. Grober — Die Resorbtionskraft der Pleura. Habilitationsschrift, Jena 1901
50. Grunert H.H. — Zur Frage der Pleuradrainage. Thor. Chir. 1, 463 (1953/54)
51. Hadlich — Über die feineren Vorgänge bei der Heilung von Lungenwunden. Archiv f. klin. Ch. v. Lgb. Bd. 22, 842 (1878)
52. Haight C. — zit. n. Nissen
53. Hart W. — Infizierte Resthöhlen nach partiellen u. totalen Lungenresektionen, Behandlung u. Ergebnisse. Lgb. Archiv Klin. Chir. 493, 452-464 (1960)
54. Hedblom C. — zit. n. Zenker
55. Heidenhain — zit. n. Nissen

56. Hetzar W. Die perkostale Pleuradrainage in der Kriegschirurgie. Zbl. Chir. 67, 15 (1940)

57. Hellner H. Nissen R. Vosschulte R. Lehrbuch der Chirurgie. Georg Thieme Verlag 1960

58. Hewson zit. n. Sauerbruch

59. Hildamus F. zit. n. Nissen

60. Hippokrates zit. n. Sauerbruch

61. Hohnhausen zit. n. Hadlich - deutsch. Archiv f. Chir. Bd. 5

62. Hutschenreuter Über postopertive Lungenatelektasen. Zbl. Chir. 83, 1o5-115 (1958)

63. Iselin H. Zur Methodik der Pleurabehandlung. Brunns Beitr. klin. Chir. (Berlin) 1o2, 587 (1916)

64. Joannides Hesse Chir. Wunden der Lunge. Die Art der Heilung von Lungengewebe. J. thorac. Surg. 18, 695-7o6 (1949)

65. Kikuth zit. n. Kunz

66. König F. zit. n. Sauerbruch

67. Klinkenberg zit. n. Zenker u. Hart

68. Körte, Garrè u. Quinke zit. n. Nissen u. Sauerbruch

69. Kracht zit. n. Noetzel

7o. Kramer u. Glass Bronchoskopie localization of lung abszeß. Ann. of Otolog., Rhinolog. and Laryngolog. 41, 12oo (1932)

71. Krauss H. Die Behandlung eitriger Ergüsse im Brustfellraum, im bes. die geschlossene Drainage der Pleurahöhle nach Bülau. Münch. Med. Wschr. 2, 745-748 (1941)

72. Kroenlein zit. n. Nissen

73. Kronberger Die postoperative Thoraxdrainage in mikrobiologischer Sicht. Dtsch. med. Journal 1962 Heft 8

74. Kunz H. Staphylokokkenhospitalismus. 1. Sitzungsbereich der 75. Tagung d. dtsch. Gesellsch. f. Chir. Lgb. Archiv Bd. 289 (1958)

75. Läwen — Die perkostale Pleuradrainage. Zbl. d. Chir. 61, 812 (1934)
76. Lenharts — zit. n. Nissen u. Sauerbruch
77. Lezius A. — Die Lungenresektionen. Georg Thieme Verlag 1953
78. Lloyd M.S. — A new applikation of the principle of suction irrigation in the treatment of empyema thoracics. J. Thor. Surg. 3, 338 (1934)
79. Lloyd M.S. — Empyema thoracics. Experiences in the treatment of 1o4 cases employing a double channel catheter for drainage. Amer. J. Surg., N.S. 46, 334-342 (1939)
8o. Menenga M. — Zur Behandlung des Pleuraempyems mit der perkostalen Drainage.Dtsch. Zeitschr. f. Chir. 25o, 348 (1938)
81. Michel — zit. n. Hadlich
82. Morriston D. — Recent Advances in the Surgery of Lung and Pleura. Brit. J. of Surg. 1, 228 (1923)
83. Murphy J.D. — zit. n. Lloyd M.S.
84. Niemeyer — zit. n. Hadlich
85. Nissen R. — Erlebtes aus der Thoraxchirurgie. Georg Thieme Verlag 1955
86. Nissen R. — zit. n. Zenker, Derra u. Grunert
87. Noetzel — Über die Infektion und die Bakterienresorbtion der Pleurahöhle. Experimentelle Untersuchung. Arch. f. klin. Chir. Bd.8o, 679
88. Nothnagel — zit. n. Hadlich - Zbl. f. med. Wissensch. 1877 Nr. 24
89. Nuboer J.F. — zit. n. Zenker
9o. Overholt R.D. — Die Rolle der Wiederausdehnung der Lunge nach Resektion eines Lungenteiles. Schw. Med. Wschr. 195o, 853-855
91. Overholt R.D. Langer L. — A new technique for pulmonary segmental resektion. Its applikation in the treat-

ment of bronchiektasis. Surg. Gyn. Obstetr. 84, 257 (1947)

92. Paulus v. Aegina — zit. n. Sauerbruch

93. Parè A. — zit. n. Sauerbruch

94. Perthes G. — Über ein neues Verfahren zur Nachbehandlung der Operation des Empyems und zur Beseitigung des Pneumothorax, sofern er auf einem Defekt der Thoraxwand beruht. Brunns Beitr. klin. Chir. (Berlin) 2o, 37 (1898)

95. Perthes G. — Erfahrungen bei der Behandlung des Empyems der Pleura. Mitt. Grenzbl. Med. Chir. (Jena) 7, 581 (19o1)

96. Perl u. Lippmann — zit. n. Hadlich - Virchows Archiv Bd. 51

97. Quènu J. — zit. n. Derra

98. Rienhoff W. — zit. n. Nissen

99. Rolando v. Salerno — zit. n. Nissen

1oo. Roser — zit. n. Bülau

1o1. Roux — zit. n. Sauerbruch

1o2. Revilliod — zit. n. Perthes

1o3. Salzer G. — Verhütung und Behandlung der Empyemresthöhle. Mitt. Grenzbl. Med. Chir. (Jena) 46, 122 (1942)

1o4. Sarot — zit. n. Zenker

1o5. Sauerbruch F. — Chirurgie der Brustorgane. Bd. 1 u. 2 Springer Verlag 1925

1o6. Sauerbruch F. — zit. n. Nissen, Zenker u. Derra

1o7. Sauerbruch F. — Über die Ausschaltung der schädlichen Wirkung des Pneumothorax bei intrathorakalen Operationen. Zbl. f. Chir. 31, 146 (19o4)

1o8. Schede M. — Behandlung des Empyems mit Brustschnitt und Rippenresektion, Thorakotomie, Penzold und Stinzing; Therapie der Inneren

Krankheiten 3. Aufl. Bd. 3, 533

109. Scherer E. Zur Verhütung und Behandlung bronchopleuraler Komplikationen nach Lungenresektion Thoraxchir. 4, 84 (1956)

110. Schleicher Ursachen für Pyothorax. Sitzungsbericht d. 1. Nachkriegstagung der Bayr. Chir. Vereinigung

111. Schmerz H. Eine neue Behandlung der Brusthöhleneiterung. Zbl. Chir. 43,1 (1916)

112. Schmerz H. Über die Behandlung des Pleuraempyems im Allgemeinen und die Stöpselmethode im Besonderen. Arch. f. klin. Chir. (Berlin) 131, 361 (1924)

113. Schmidt zit. n. Talke

114. Selye zit. n. Zenker

115. Siebner M. Therapeutische Pleurapunktion mit dem Bluttransfusionsapparat nach Tzank. Der Chirurg 1934 S. 438

116. Sommerbrod zit. n. Hadlich - Virchow Archiv Bd. 55

117. Stiller H., Gierhake F.W., L'Allemand H. Zur Frage der Entstehung von Pleurainfektion nach Teilresektion der Lunge. Thor. Chir. 5, 267 (1957/58)

118. Stinzing zit. n. Noetzel

119. Sweet R.H. zit. n. Zenker

120. Talke Zur Kenntnis der Heilung von Lungenwunden Beitr. z. klin. Chir. Bd. 47, 191 (1905)

121. Tiegel M. Über Spontanheilung von Lungenwunden. Verhandl. d. deutsch. Gesellsch. f. Chir. 42. Kongreß Berlin 1913, S 229

122. Tuffier Th. Les procès - verbal de la précédente séance est lu et adopté 2 Resektion du sommet di puomon droit pour tuberkulose au début. Résultat éloigné (18 mois) Bulletin et Mémoires dela Souètède chir. de Paris 1892, 226

123. Vesalius zit. n. Nissen

124. Wachsmuth W. Viereck H.J. Kritisches zur operativen Behandlung der Lungentuberkulose. Lgb. Archiv f. klin. Chir. Bd. 295

125. Viereck H.J. Die doppelläufige Drainage, eine Methode zur Thoraxdrainage. Vortrag am Bayr. Chir. Kongr. 1959

126. Viereck H.J. Ergebnisse der Doppelschlauchdrainage nach intrathorakalen Eingriffen. Lgb. Archiv klin. Chir. 3o9, 426-432 (1965)

127. Vosschulte zit. n. Zenker u. Grunert

128. Waksman zit. n. Nissen

129. Wintrich zit. n. Bülau

13o. Withemore zit. n. Zenker

131. Zenker R. Scholtze H. Leistungen und Ergebnisse der neuzeitlichen Chirurgie. Georg Thieme Verlag 1958

132. Zenker R. Sonderformen der Lungeneiterung und ihre Behandlung.

133. Zenker R. Die Erkennung und Behandlung der Schußverletzung der Lunge und des Brustfells. Der Chirurg 14, 129-144 (1942)

134. Zenker R. Heberer G. Lörr H.H. Die Lungenresektionen. Springer Verlag 1954

LEBENSLAUF

Am 11. Oktober 1939 wurde ich, Bernhard Hartmann, als erster Sohn des Assistenzarztes Dr. med. Johannes Hartmann und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Schmitt, in Frankfurt am Main geboren. Nach Besuch der Volksschulen in Friedberg, Nieder-Mockstadt und Lauterbach (Hessen) wechselte ich im Frühjahr 1950 in das Gymnasium Lauterbach, wo ich 1959 mit bestandener Reifeprüfung meine Schulzeit beendete.
Im Sommersemester 1959 begann ich das Studium der Medizin an der Universität Heidelberg. Dort bestand ich am 6.4.60 das Vorphysikum und am 3.8.61 das Physikum. Während meiner klinischen Semester studierte ich in Würzburg und Wien. Am 16.3.65 legte ich in Würzburg das Medizinische Staatsexamen ab. Als Medizinal - Assistent war ich tätig: Chirurgie an der Chir. Universitäts - Klinik Würzburg, Innere Medizin an der I. Inn. Abtl. des Rudolph - Virchow - Krankenhauses Berlin (mußte wegen Krankheit 3 Monate unterbrochen werden), Geburtshilfe und Frauenheilkunde an der Universitäts - Frauen - Klinik im Städt. Krankenhaus Moabit Berlin und jetzt zum Abschluß an der Anaesthesie - Abtl. der Chir. Universitäts - Klinik Würzburg.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich die vorliegende Arbeit selbständig verfaßt und außer der angegebenen Literatur keine weiteren Hilfsquellen benutzt habe.

Ich versichere ehrenwörtlich, daß ich bisher von keiner anderen Seite ein Dissertationsthema zur endgültigen Bearbeitung erhalten habe.

Bernhard Hartmann

OFFSETDRUCK GUGEL

Würzburg, Burkarderstr. 9

OFFSETDRUCK GUGEL

Würzburg, Burkarderstr. 9